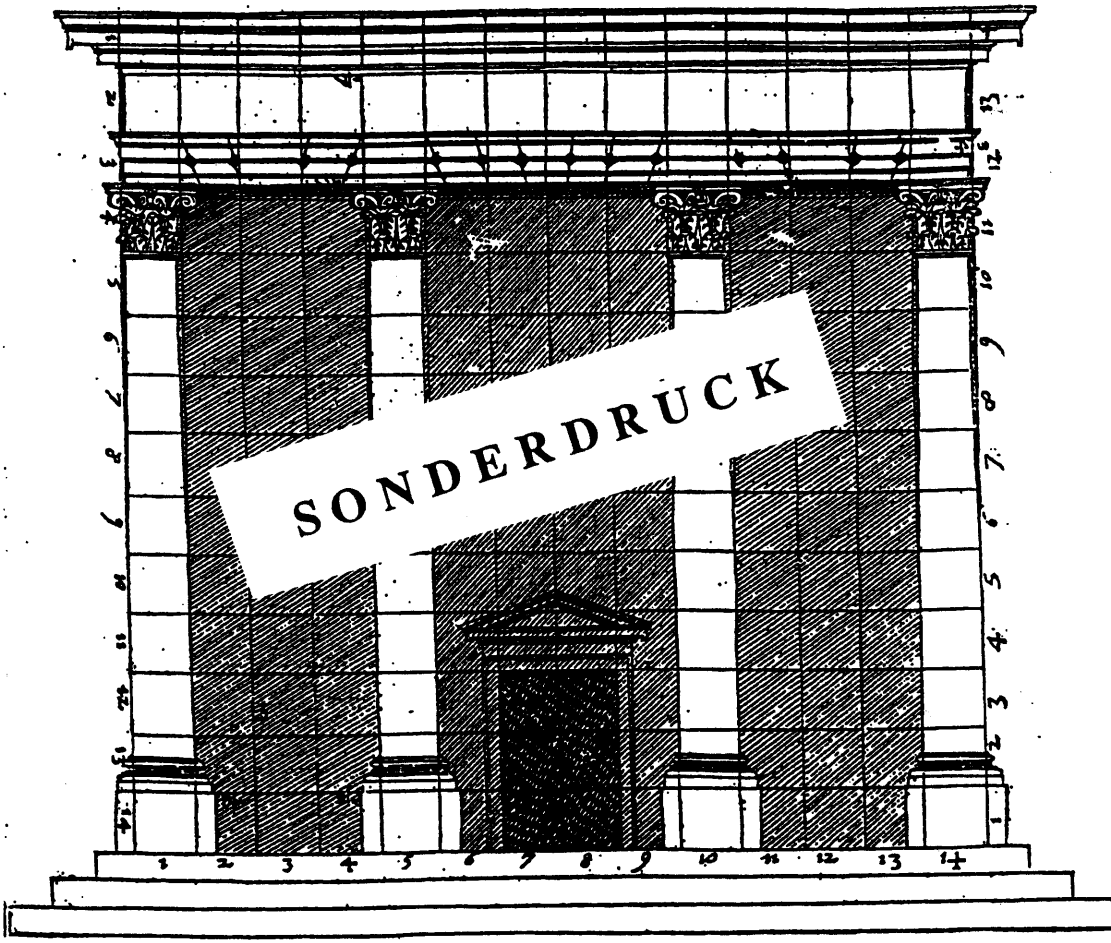
ORDO ET MENSURA VIII

Herausgegeben von
Florian Huber und Rolf C. A. Rottländer



SCRIPTA MERCATURAE VERLAG

Archäoastronomische Anmerkungen zu bronzezeitlichen Goldhüten und ostfriesischen Kultbauten

Von Andreas Fuls, Technische Universität Berlin

Einführung

Die Beobachtung von Sonnenaufgängen zu den markanten Zeitpunkten wie Wintersonnenwende oder Frühlingsanfang war bereits in der Steinzeit durch Großbauten wie z.B. Newgrange in Irland oder Krünzing in Bayern realisiert worden. Die langen und engen Eingänge der ringförmigen Bauwerke ermöglichten eine präzise Beobachtung. In der gleichen Art und Weise können die Reihen von Doppelpfosten in Ostfriesland als Instrument zur Himmelsbeobachtung verwendet worden sein, da nur ein schmaler Sonnenstrahl bis zum Ende einer Doppelpfostenreihe durchdrang. Die ostfriesischen Anlagen liegen genauso in der Nähe von Gräbern wie die "passage tombs" in Irland, so dass von einer ähnlichen Motivation zum Bau astronomisch-kalendarischer Anlagen ausgegangen werden kann.

Die astronomische Ausrichtung von Pfostenreihen in Ostfriesland

Bei Ausgrabungen sind in Ostfriesland drei bronzezeitliche Anlagen mit Pfostenreihen in einfacher und doppelter Ausführung aufgefunden worden (Schwarz 2002). Da profane Funktionen der Pfostenbauten nicht erkennbar sind, könnte es sich um sakrale Anlagen handeln, dessen Pfostenreihen zur Beobachtung von Auf- und Untergängen der Sonne oder anderer Himmelskörper dienten. Um diese Möglichkeit zu untersuchen, wurden die Azimutrichtungen der Pfostenreihen aus den Karten (Maßstab 1:250) bestimmt (Tabelle 1).

Die bestimmten Richtungen stellen einen Mittelwert der teilweise nicht ganz gerade verlaufenden Doppelpfostenreihen dar. Außerdem fällt auf, dass bei der Konstruktion die Pfosten in Achtergruppen gesetzt wurden (Schwarz 2002), wobei die Variation in der Ausrichtung mit den Achtergruppen zusammenzuhängen scheint. Eine Achtergruppe war ca. 4,8 m lang und könnte durch den sukzessiven Aufbau der Pfostenreihe im Jahresabstand entstanden sein. Da das tropische Jahr 365,2422 Tage lang ist, aber die Beobachtung immer zur gleichen Tageszeit, z.B. bei Sonnenaufgang, stattfand, würde der maximale Fehler von ca. 0,75 Tagen zu

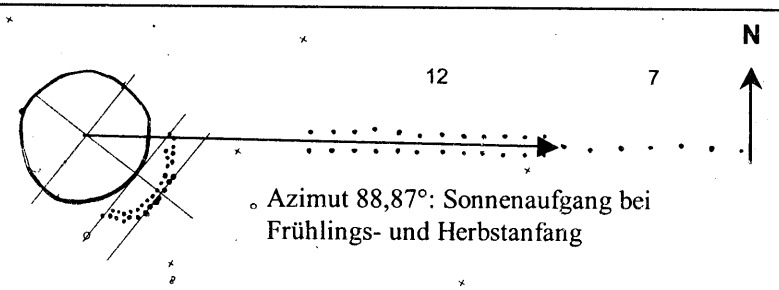


Abb. 1) Hesel. [aus: W. Schwarz, Heiligtum und Sternwarte? Archäologie in Niedersachsen 2, 2002, 8-11]

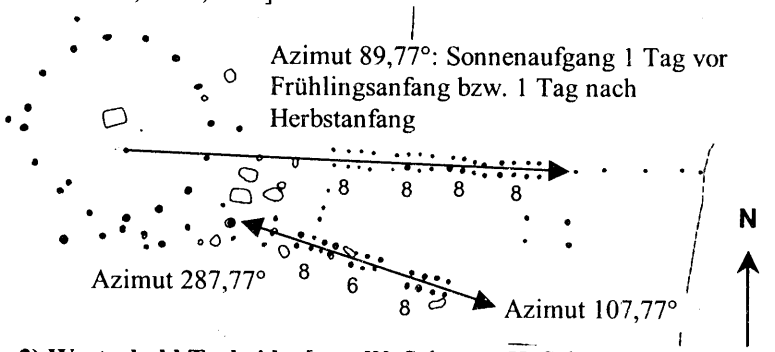


Abb. 2) Westerhold Terheide. [aus: W. Schwarz, H. Schwarz, H. Janssen, Ostfriesische Fundchronik 1982 und 1983. Jahrbuch der Gesellschaft für bildende Kunst und vaterländische Altertümer zu Emden (Emder Jahrbuch) 63/64, 1984, 145-158]

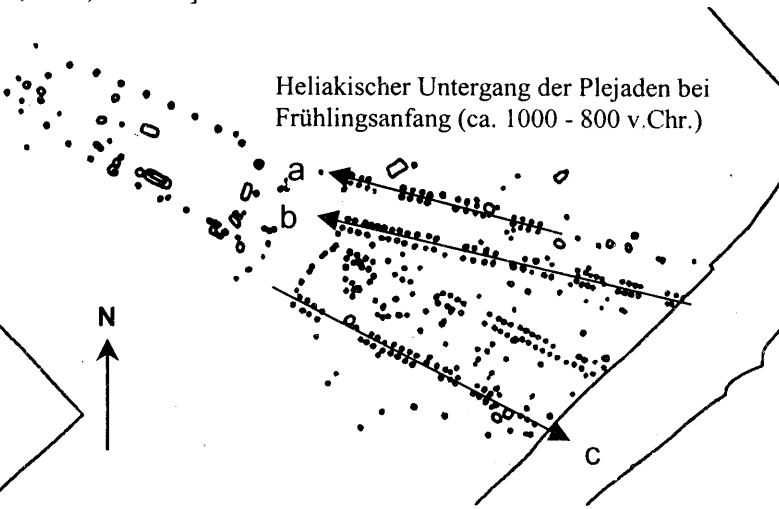


Abb. 3) Wiesens. [aus: W. Schwarz, Siedlung, Grab und Heiligtum von Wiesens, Stadt Aurich. Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens 29, Rahden/Westf. 2002]

einer Richtungsänderung von ca. 0,5° führen, die quasi durch den Rundungsfehler entstand (Tabelle 9). Dieser Fehlereinfluss tritt besonders bei Tag- und Nachtgleiche hervor, da zu dieser Jahreszeit die scheinbare, tägliche Sonnenbewegung maximal ist. Hinzu kommt eine mögliche Variation in der Höhe als Fehlereinfluss, was aber nicht mehr nachzuprüfen ist. Ein andere Erklärung der besonders in Westerholt Terheide auftretenden Richtungsänderungen ergibt sich durch die gemeinsame Beobachtung der Sonne und z.B. des Frühlingsvollmondes alle 19 Jahre, da der Vollmond nahezu aber eben nicht exakt wieder an der gleichen Stelle am Horizont auftaucht wie die Sonne bei Frühlingsanfang (Tabelle 9).

Tabelle 1: Horizontale Ausrichtungen der Doppelpfostenreihen in Ostfriesland (W.T.= Westerhold Terheide)

Ort	geogr. Breite [°]	Azimut [°]	Deklination bei Auf- bzw. Untergang [°]	Tag im Jahr nach Frühlingsanfang/vor Herbstanfang
Wiesens	53,4577	116,04	-15,64	-43,0
Wiesens	53,4577	296,04	14,66	40,5
Wiesens	53,4577	113,64	-14,30	-38,7
Wiesens	53,4577	293,64	13,33	36,3
Wiesens	53,4577	101,54	-7,32	-19,0
Wiesens	53,4577	281,54	6,37	16,6
Wiesens	53,4577	102,54	-7,91	-20,6
Wiesens	53,4577	282,54	6,95	18,2
Hesel	53,3012	88,87	0,20	0,5
W.T.	53,5837	89,77	-0,34	-0,9
W.T.	53,5837	269,77	-0,61	-1,6
W.T.	53,5837	107,77	-10,92	-28,8
W.T.	53,5837	287,77	9,95	26,4

Für die beiden Ost-West Ausrichtungen ergibt sich in Hesel eine Beobachtung der Sonne bei Frühlingsanfang und Herbstanfang und in Westerhold Terheide der Sonnenaufgang einen Tag vor Frühlingsanfang bzw. nach Herbstanfang (Abb. 1 und 2).

Für Wiesens lässt sich keine Ost-West Richtung nachweisen, aber die beiden nördlichen Doppelpfostenreihen a und b (Abb. 3: a bei Azimut 281,5° und b bei Azimut 282,5°) zeigten damals zum Untergang der Plejaden, die um 1000 bis 800 v.Chr. in dieser Richtung genau bei Frühlingsanfang heliakisch untergingen. Die

gleiche Ausrichtung ist auch für das "Hünenbett" Hohe Steine im Raum Wildeshausen nachgewiesen worden (Müller 1970, S. 77) und auf der Himmelsscheibe von Nebra (um 1400 v. Chr.) sind die Plejaden neben Sonne oder/und Mond abgebildet worden (Schlosser 2003). Somit können für alle drei Anlagen astronomische Beobachtungen zur Bestimmung des Frühlingsanfanges nachgewiesen werden. Dass es sich dabei um zwei verschiedene Methoden zur Bestimmung des Frühlingsanfanges handelte, könnte auf eine zeitliche Entwicklung hindeuten, die aber noch durch genauere Datierungen belegt werden müsste.

Die andere Ausrichtung in Wiesens zeigte zum Sonnenaufgang 43 Tage vor Frühlingsanfang bzw. nach Herbstanfang (Abb. 3: c bei Azimut 116,04°). Dieses Datum weicht 2 Tage von einen als Samhain bekannten Datum ab, welches symmetrisch zwischen Wintersonnenwende und Tag- und Nachtgleiche lag (Müller 1970, S. 29-30).

Der 19-jährige Mondzyklus in Hesel und Westerhold Terheide

In Hesel sind die Erdspuren von 12 Doppelpfosten und 7 Einzelpfosten ausgegraben worden. Sie liegen alle auf einer Linie und zeigen fast genau nach Ost-West, konnten also zur Beobachtung des Sonnenaufgangs bei Frühlings- und Herbstanfang dienen (Abb. 1). Die Anzahl von 12 Doppelpfosten erinnert sofort an die ungefähre Anzahl von synodischen Monaten (29,530588 Tage) im tropischen Jahr (365,2422 Tage). Da aber das Jahr 10,88 Tage länger ist als 12 ganze Monate, müsste man von Zeit zu Zeit einen 13. Monat einfügen, um Sonnen- und Mondlauf zu synchronisieren. Das Verhältnis der 12 Doppelpfosten zu den 7 Einzelpfosten stimmt mit dem 19-jährigen Mondzyklus (Metonzyklus) überein, denn während der 19 Jahre muss siebenmal ein 13. Monat eingeschoben werden. Dann ergeben sich daraus zusammen 12 x 12 + 7 x 13 = 235 Monate in 19 Jahren, genau die Zeitspanne, nach der das tropische Jahr und der synodische Monat wieder synchron laufen. Dieser Zyklus ist auch auf dem Berliner Goldhut angegeben worden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, alle 19 Jahre bei Frühlings- und Herbstanfang am Abend den Vollmond in der gleichen Richtung aufgehen zu sehen wie die Sonne am Morgen (Tabelle 2). Die religiöse Bedeutung eines solchen wiederkehrenden Ereignisses kann man heute nur erahnen. Die Blickrichtung der Toten in den Hockergräbern nach Osten scheint damit genauso zusammenzuhängen wie die Unterscheidung zwischen Männern (Kopf nach Norden und nach Osten blickend) und Frauen (Kopf nach Süden und nach Osten blickend) mit der Sonne (von Norden kommend bei Frühlingsanfang, von Süden kommend

bei Herbstanfang). Inwieweit die Dualität von Mann / Frau und Sonne / Mond eine Rolle spielte, sei dahingestellt.

Während der 19-Jahreszyklus ein sehr präziser Zyklus ist, kehrt fast die gleiche Mondphase bereits nach 8 oder 11 Jahren wieder. Die Einteilung des 19-Jahreszyklus in 4, 8 und 7 Jahre lässt sich in der Unterteilung der Doppelpfosten in 4 und 8 Paare und den 7 Einzelpfosten wiedererkennen. Die Gruppierung ist in Hesel weniger ausgeprägt aber dafür umso stärker in Westerhold Terheide und Wiesens anzutreffen.

Tabelle2: Beispiel zur Variation der Aufgangs- oder Untergangsrichtung des Mondes im 19-jährigen Zyklus bei Frühlingsanfang in Hesel bzw. ein Tag vorher in Westerhold Terheide

Datum im Julian. Kal. [v.Chr.]	Intervall [Jahre]	Mondphase	Azimut am 1.4. in Westerhold	Azimut am 2.4. in Hesel
1./ 2. 4.1387		Vollmond	284,40°	91,51°
1./ 2. 4.1379	8	Vollmond	284,94°	92,34°
1./ 2. 4.1375	4	Altlicht	106,80°	
1./ 2. 4.1368	7	Vollmond	283,72°	91,66°
1./ 2. 4.1360	8	Vollmond	283,81°	92,82°
1./ 2. 4.1356	4	Altlicht	107,15°	
1./ 2. 4.1349	7	Vollmond	280,57°	93,16°
1./ 2. 4.1341	8	Vollmond	280,19°	94,73°
1./ 2. 4.1337	4	Altlicht	105,71°	
1./ 2. 4.1330	7	Vollmond	283,80°	89,37°
1./ 2. 4.1322	8	Vollmond	283,06°	89,69°

Die Pfostenreihe in Hesel stellte demnach die 12 Monate eines Jahres mit den 7 zusätzlichen Schaltmonaten in 19 Jahren dar. In Westerhold Terheide zeigt die Doppelpfostenreihe zum Sonnenaufgang einen Tag vor Frühlingsanfang. Dadurch war es möglich geworden, den 19-Jahreszyklus in 7, 8 und 4 Jahre zu unterteilen, weil nach 8 Jahren wieder der Vollmond und nach 4 weiteren Jahren die letzte Sichtbarkeit des Mondes kurz vor Neumond (Altlicht) beobachtbar war. Dessen Aufgangsrichtung lag fast genau der Untergangsrichtung des Vollmondes gegenüber und wurde in Westerhold Terheide durch die zusätzliche Doppelpfostenreihe und der Gruppierung der Doppelpfosten in ein Dreierpaar (6 Pfosten) und 6 Viererpaare (je 8 Pfosten) signalisiert (Abb. 2).

Die goldenen Hüte der Bronzezeit

Es sind bisher vier goldene Kegel bekannt, die aus der mittleren bis jüngeren Bronzezeit stammen. Sie werden nach ihren Fundorten bzw. Aufbewahrungsorten benannt: Goldener Hut von Schifferstadt, Avanton, Ezelsdorf und Berlin. Sie weisen Kreismuster aus, die als Verzierung auf der Oberfläche der sogenannten Goldhüte eingraviert wurden. Ob sie tatsächlich als Kopfbedeckung zu Zeremonien getragen wurden, ist allerdings nur eine Vermutung und nicht belegt.

Menghin (2000) stellte die interessante Hypothese auf, dass die Kreissymbole eine kalendarisch-astronomische Information verschlüsselt enthalten, neben ihrer Funktion als Verzierung. Im folgenden wird untersucht, inwieweit die von Menghin aufgezeigten kalendarischen Zahlenverhältnisse eine Systematik in ihrer Anordnung besitzen und damit die Intention belegen kalendarische Informationen zu enthalten.

Der Goldene Hut von Schifferstadt

- Fundort bei Schifferstadt, Bayern bekannt inkl. Fundkontext (3 Beile etc.)
- Vollständig und als Ganzes (bis auf ein Stück der Krempe) erhalten
- Mustertypen der Verzierung leicht unterscheidbar, d.h. keine Fehlerquelle bei der Typisierung

Fazit: Ideale Vorraussetzungen zur Analyse der Verzierungsmuster

Während Zone 1 keine Kreismuster hat, können die restlichen Zonen ihren Verzierungstypen nach in Gruppen zusammengefasst werden (durch horizontale Linien in Tabelle 3 dargestellt). Zone 2 steht mit 19 Kreisen von Typ 2 für sich allein, aber die Zonen 3 und 4 (Typ 5), die Zonen 5 bis 8 (Typ 3), Zone 9 (Typ 4), und die Zonen 10 und 11 (beide Typ 6) stellen semantische Einheiten in der Verzierung dar. Diese offensichtliche Unterteilung sollte bei der Analyse berücksichtigt werden.

Wie bereits von Menghin (2000, S. 77-78) aufgezeigt wurde, ergeben die Zonen 3 bis 8 (Typen 5 und 3) in der Summe aller Kreise von den Symbolen 266 Kreise und die Zonen 2 bis 9 (Typen 2, 5 , 3, und 4) insgesamt 355 Kreise und entsprechen damit relativ genau der Länge in Tagen von 9 bzw. 12 synodischen Monaten á 29,530588 Tagen (Tabelle 3).

Nach **92** x 266 Tagen addierte sich der Fehler zur tatsächlichen Mondphase zu 20,7 Tagen auf, dies entspricht in etwa den 22 Kreisen in Zone 3 als Korrektur. Nach **110** x 266 Tagen entsprach der Fehler 24,7 Tagen, dies entspricht in etwa den 24 Kreisen in Zone 5 als Korrektur. Die Faktoren, die die Länge dieser

Korrekturzyklen angaben, sind beide als Typ 6 in Zone 10 und 11 dargestellt worden. Zone 3 und 5 sind von oben gesehen die jeweils erste Zone in einer Serie von Zonen mit dem jeweils gleichen Typ der Verzierung und gaben offensichtlich die Größe der Korrektur in Tagen an. Die Korrektur der Lunaren Zyklen konnte durch Aussetzen der Zone 3 bzw. 5 nach 92 bzw. 110 Durchläufen erfolgen. Dadurch ergibt sich für die Korrekturzyklen eine Gesamtlänge von

92 x 266 - 22 = 24450 Tage = 828 synod. Monate -1,327 Tage

110 x 266 -24 = 29236 Tage = 990 synod. Monate +0,718 Tage.

Nach **92** x 355 Tagen addierte sich der Fehler zur tatsächlichen Mondphase zu 58,2 Tagen auf, dies entspricht in etwa 2 Monaten (59 Tage), d.h. der Fehler zur Mondphase eliminierte sich nach dieser Zeit von selbst, nur die Anzahl der verstrichenen Monate verringert sich um zwei. Dieser Korrekturzyklus ist

92 x 355 = 32660 Tage = 1106 synod. Monate -0,830 Tage lang.

Tabelle 3: Lunare Zyklen des Goldenen Hutes von Schifferstadt Z1 bis Z11: Verzierungszone, K: Anzahl der Kreise je Symbol, A: Anzahl der Symbole je Zone, nach Menghin (2000, S. 50)

Typ	Verzierungen				Astronomische Zyklen	
	Zone	K	A	Produkt (KxA)		
-	Z1	-				
2	Z2	1	19	19		Summe = 355 Tage
5	Z3	1	**22**	22	Summe = 266 Tage	= 12 synod.
5	Z4	1	22	22	= 9 synod.	Monate
3	Z5	2	**24**	48	Monate	+0,633 Tage
3	Z6	2	25	50	+0,225	
3	Z7	2	27	54	Tage	
3	Z8	2	35	70		
4	Z9	2	35	70		
6	Z10	2	46	**92**	→ Faktoren für	→ Faktor für Korrek-
6	Z11	2	55	**110**	→ Korrekturzyklen	turzyklus

Andere lunare und solare Beziehungen wie sie von Menghin (2000, S. 77) vorgeschlagen wurden (mit 272 Tagen oder 557 Tagen), weichen zu sehr vom astronomischen Erwartungswert ab oder erscheinen beziehungslos zu dem Gesamtwerk als Zufallserscheinung, da sie sich nicht an eine Serie von Zonen mit gleichen Verzierungstyp halten.

Deswegen lässt sich die Verzierung auf dem Goldenen Hut von Schifferstadt als Komposition von zwei lunaren Zyklen (9 und 12 Monate) inklusive der erforderlichen Korrekturzyklen interpretieren.

Der Cône d'Avanton

- Fundort bei Avanton, Arr. Poitiers, Dép. Vienne (Poiton) nicht näher bekannt
- unvollständig ohne Kalotte oder Krempe, stark zerknittert
- Symbole nur über die Anzahl der Kreise und Durchmesser unterscheidbar. Zwischen Typ 4 und 5 nur über den Durchmesser (10,3 oder 12,0 mm) unterscheidbar.

Fazit: Ungünstige Vorraussetzungen zur Analyse der Verzierungsmuster. Wegen der fehlenden Kalotte und Krempe keine vollständige Analyse möglich.

Tabelle 4: Analyse des Cône d'AvantonZ1 bis Z14: Verzierungszone, K: Anzahl der Kreise je Symbol, A: Anzahl der Symbole je Zone, nach Menghin (2000, S. 53)

Typ	Verzierungen				Astronomische Zyklen	
	Zone	K	A	Produkt (KxA)		
-	Z1	-				
3	Z2	2	23	**46**	→ Faktor für Korrekturzyklus	
4	Z3	2	16	32		Summe = 360 Tage evt. Approximation des Sonnenjahres (365,2422 Tage)
4	Z4	2	17	34	Summe = 104 Tage	
4	Z5	2	19	38		
5	Z6	2	19	38		
5	Z7	2	20	40		
5	Z8	2	21	42	Summe = 256 Tage	
5	Z9	2	22	44		
5	Z10	2	23	46		
5	Z11	2	23	46		
6	Z12	2	21	42	Summe = 177 Tage	
7	Z13	3	22	66	= 6 synod. Monate	
7	Z14	3	23	69	-0,184 Tage	
	usw. ?	?	?			

Der erste lunare Zyklus findet sich in der Summe von Zone 12 bis 14 (Typen 6 und 7) mit 177 Tagen für ca. 6 synod. Monate, allerdings mit einen Fehler von -0,184 Tagen, der schon nach 6 Halbjahren á 177 Tagen mehr als einen Tag Abweichung in der Mondphase ergibt. Außerdem ergibt das Produkt aus **46** x 104 = 4784 Tage = 162 synod. Monate + 0,045 Tage, d.h. der Wert aus Zone 2 multipliziert mit der Summe aus Zone 3 bis 5 (Typ 4) ergibt ein nahezu exaktes Vielfaches von 162 synod. Monaten. Da 104 Tage ca. 3½ Monate sind, könnte dies die ungewöhnliche Anzahl von 104 Kreisen erklären. Der Fehler nach 104 Tagen gegenüber 3,5 Monaten beträgt 0,643 Tage und addiert sich nach **46** Zyklen (bis auf den Restfehler von 0,045 Tage) zu genau einen zusätzlichen Monat auf.

Ob 360 als Summe von Zone 3 bis 11 einen solaren Bezug aufweist, muss aufgrund des unvollständigen Erhaltungszustandes ungeklärt bleiben. Die Approximation des tropischen Sonnenjahres (365,2422 Tage) mit 360 Tage als Kalender ist zumindest aus anderen Kulturkreisen wie Mesoamerika nicht unbekannt.

Die anderen Rechenzyklen, wie sie von Menghin (2000, S.77) vorgeschlagen wurden, halten sich nicht an den Kanon der Muster und behandeln Zonen mit gleichen Symbolen nicht als Einheit. Sie werden deswegen verworfen.

Der Berliner Goldhut

- Fundort und damit Fundkontext unbekannt
- Vollständig und als Ganzes erhalten
- Mustertypen der Verzierung leicht unterscheidbar, d.h. keine Fehlerquelle bei der Typisierung

Fazit: Gute Voraussetzungen zur Analyse der Verzierungsmuster

Die Analyse von Menghin (2000, S.77, 88-90) hat bereits eine ganze Reihe von astronomischen Beziehungen der Verzierungen zum Mond und zur Sonne aufgezeigt. Im folgenden werden nur die Beziehungen verwendet, die sich an das Muster der Verzierungstypen halten. Dabei fällt auf, dass bei dem Berliner Goldhut Zonen mit gleichen Typen der Verzierung nicht direkt übereinander sonder z.B. in Zweierschritten angeordnet wurden. So wechseln sich Zonen mit Typ 12 und 14 hintereinander ab und die Zonen mit Typ 10 sind ebenfalls durch eine andere Zone unterbrochen worden (Tabelle 5).

Mond

Zuerst fallen die 19 Mondsicheln mit jeweils einen Punkt in Zone 5 auf. Dieser Hinweis auf eine lunare Beziehung wird durch die Summe von Zone 9, 11, und 13 (Typ 12) mit 59 Symbolen und durch die Summe von Zone 10, 12 und 14 (Typ 14) mit 60 Symbolen bestätigt. Beide Werte geben die Länge von 2 synodischen Monaten (59,0612 Tage) an, einmal nach unten gerundet und einmal nach oben gerundet, um den Rundungsfehler von 0,0612 Tagen bei 59 Tagen zu korrigieren. Der Rundungsfehler addiert sich nach **15** Durchläufen zu 0,918 Tagen bzw. zu fast genau ein Tag auf.

Tabelle 5: Astronomische Analyse der Verzierungen vom Berliner Goldhut Z1 bis Z21: Verzierungszone, TB: Trennband, K: Anzahl der Kreise je Symbol, A: Anzahl der Symbole je Zone, nach Menghin (2000, S. 45)

Typ	Verzierungen				Astronomische Zyklen	
	Zone	K	A	(KxA)	Mond	Sonne
4a	Z1	-				
6	Z2	3	22	44		
8	Z3	3	14	42		
10	Z4	5	15	75		Typ 10: Zone 4+6+8
16, 17	Z5	-	19		Typ 16, 17: 19 Mondsicheln mit Punkt und Augen	Typ 11: Zone 7
10	Z6	5	18	90		Typ 13: Zone 16
11	Z7	3	19	57		ergeben
10	Z8	5	21	105		75+90+57+105+38
						= 365 Tage
12	Z9	3	19	57	Typ 12:	Zone 6 bis 14
14	Z10	5	19	95	ergeben	ergeben 365+364 = 729 Tage.
12	Z11	3	20	60		
14	Z12	5	20	100	Typ 14:	Zone 6 bis 21
12	Z13	3	20	60	ergeben	(ohne Sonderzone 7 und 17)

Zone 9+11+13 19+20+20 = 59 Tage

Zone 10+12+14 19+20+21 = 60 Tage

14	Z14	5	21	105		ergeben 4x365+1 = 1461 Tage
15	Z15	6	**15**	90	15 x 59 + 60 = 945	
13	Z16	2	19	38	= 32 synod. Monate	
5	TB17	-			+0,0212 Tage (= 1/**47**)	
9	Z17	2	33	**66**		→ Faktor für Korrekturzyklus:
4	TB18	-				Nach 66 x 1461 ,
15	Z18	6	21	*126*		d.h.
4	TB19	-				(*126+138*) Jahre,
15	Z19	6	23	*138*	Typ 15: Zone 15+18+19	addiere 729 Tage.
8	Z20	3	54	162	ergeben 15+21+23 = 59 Tage	
7	TB20	-				
14	Z21	5	**47**	235	→ Korrekturzyklus: 47 x 945 - 1	

Diese Zeitspanne ist in Zone **15** durch die **15** Symbole angegeben worden, und der zusätzliche Tag konnte durch Verwendung von 60 statt 59 Tagen eingefügt werden. Dies ergibt einen Zyklus von 15 x 59 + 60 = 945 Tagen mit 32 synodischen Monaten + 0,0212 Tagen. Der verbleibende Fehler von nur 0,0212 Tagen addiert sich erst nach 47 Durchläufen zu einen ganzen Tag auf. Ein zweiter Korrekturzyklus von **47** x 945 Tagen könnte durch die **47** Symbole in der untersten Zone 21 angegeben worden sein. Die 47 Symbole sind vom gleichen Typ wie die insgesamt 60 Symbole der Zonen 10, 12 und 14, d.h. dass der um einen Tag längere Doppelmonat der zur Korrektur des 59 Tage Doppelmonats angesehen wurde und zusammen mit dem Korrekturfaktor 47 eine logische Einheit bildet, um das Einfügen und Aussetzen von Korrekturen über Doppelmonate (59 oder 60 Tage) anzugeben (Tabelle 6).

Tabelle 6: Korrekturschema der lunaren Doppelmonate auf dem Berliner Goldhut					
Durchlauf	**Doppelmonate**	**Tage**	**Summe der Tage**	**Monate**	**Fehler [Tage]**
1.	15 x 59 + 60	= 945	945	32	0,0212
2.	15 x 59 + 60	= 945	1890	64	0,0424
3.	15 x 59 + 60	= 945	2835	96	0,0636
usw.					
46.	15 x 59 + 60	= 945	43470	1472	0,9745
47.	15 x 59 + 59	= 944	44414	1504	-0,0044

Dieses Schema verwendet nur die Zonen 9 bis 15 und Zone 21. Es ergibt die unglaubliche Genauigkeit von 29,530.585 Tagen für den durchschnittlichen Monat (statt 29,530.588 Tage), d.h. die verbleibende Abweichung von -0,0044 Tagen ergab erst nach 346021 Monaten einen Fehler von einen Tag (nach ca. 28000 Jahren). Es ist aber unklar, wie ein solch genaues Ergebnis erzielt werden konnte und es muss deswegen in Frage gestellt werden.

Sonne

Während die mittleren Zonen auf dem Berliner Goldhut den Mond behandeln, sind es im oberen Teil die Zonen 4, 6 und 8 (Typ 10), Sonderzone 7 (Typ 11) und Sonderzone 16 (Typ 13), deren Gesamtanzahl von Kreisen der gerundeten Jahreslänge von 365 entsprechen (Tabelle 5). Dabei stellt sich die Frage, warum die Intervalle nicht einheitlich lang sind oder z.B. nicht die Quartalslänge der vier Jahreszeiten darstellen. Vergleicht man die angegebenen Intervalle mit den Ausrichtungen in Westerhold Terheide und Wiesens, ergibt sich aber eine bemerkenswerte Übereinstimmung (Tabelle 7).

Die Intervalle zwischen den Sonnenbeobachtungen in Westerhold Terheide und Wiesens stimmen mit den Intervallen auf dem Berliner Goldhut bis auf maximal zwei Tage Abweichung überein. Für die Sommer- und Wintersonnenwende sind uns in Ostfriesland keine Ausrichtungen überliefert, man kann aber von solchen Beobachtungen ausgehen, da es sich dabei um zwei markante Ereignisse im Jahr handelt, und da sie in anderen Kreisanlagen wie der Kreisgrabenanlage bei Künzing (Bayern) beobachtbar waren (Spiegel 33/1998, S.137).

Tabelle 7: 1. Einteilung des Sonnenjahres in Ostfriesland und auf dem Berliner Goldhut

Ostfriesland				Berliner Goldhut	
Ort	**Azimut**	**Interval [Tage]**	**Sonnenposition**	**Interval [Tage]**	**Zone**
Westerhold Terheide	89,8°		ein Tag vor Frühlings-anfang		
		37		38	16
Wiesens	293,6°		(ohne Bezeichnung)		
		58		57	7
-	-		Sommersonnenwende		
		73		75	4
Wiesens	281,5°		(ohne Bezeichnung)		
		106		105	8
-	-		Wintersonnenwende		
		91		90	6
Westerhold Terheide	89,8°		ein Tag vor Frühlings-anfang		

Ein weiteres Schema mit zusammen 365 Kreisen ist durch die Zonen 3, 7, 16, 17 und 20 gegeben (Menghin 2000, S.74). Nur Zone 3 und 20 haben den gleichen Verzierungstyp 8, die anderen sind Sonderzonen mit unterschiedlichen Verzierungsmustern. Die Intervalle lassen sich ebenfalls in den Ausrichtungen von Westerhold Terheide und Wiesens wiederfinden (Tabelle 8).

Dieses Beobachtungsschema weicht nur max. einen Tag in den Intervallen voneinander ab und würde auch die Ähnlichkeit und die leichte Azimutdrehung zwischen den Anlagen von Westerhold Terheide und Wiesens erklären.

Zwei weitere Zyklen mit Längen von 729 Tagen (2 Jahre) und 1461 Tage (4 Jahre) finden sich in der Summe aller Kreise von

- Zone 6 bis 14: 729 = 365+364 Tage als Korrekturzyklus um ein Tag verkürzt,
- Zone 6 bis 21 (ohne Sonderzone 7 und 17): 1461 = 4 x 365 +1 Tag verlängert.

Tabelle 8: 2. Einteilung des Sonnenjahres in Ostfriesland und auf dem Berliner Goldhut					
Ostfriesland				**Berliner Goldhut**	
Ort	**Azimut**	**Interval [Tage]**	**Sonnenposition**	**Interval [Tage]**	**Zone**
Westerhold Terheide	89,8°		ein Tag vor Frühlings-anfang		
		37		38	16
Wiesens	293,6°		(ohne Bezeichnung)		
		58		57	7
-	-		Sommersonnenwende		
		65		66	17
Westerhold Terheide	287,8°		(ohne Bezeichnung)		
		163		162	20
Wiesens	116,0°		2 Tage vor Samhain		
		42		42	3
Westerhold Terheide	89,8°		ein Tag vor Frühlings-anfang		

Der 1461 Tage lange Zyklus entspricht der Länge des Julianischen Kalenders (ein Schalttag alle vier Jahre). Der Fehler zum tropischen Jahr (365,2422 Tage) addiert sich nach 128 Jahren zu einen Tag auf, was wahrscheinlich durch die 126 Kreise von Zone 18 angedeutet wurde. Diese Vermutung wird dadurch gestützt, dass die 126 Kreise mit den 138 Kreisen in der darunter befindlichen Zone 19 zusammen 126 + 138 = 264 = 4 x 66 Jahre ergeben, und dass in Zone 17 genau 66 Kreise stehen. Nach 66 x 1461 Tagen muss man 729 Tage addieren, um ein gemeinsames Vielfaches von 266 tropischen Jahren (+0,575 Tage) als auch von 3290 synodischen Monaten (-1,21 Tagen) zu erhalten. Alle dazu benötigten Zonen 17 bis 19 liegen auf der Krempe des Hutes und bilden somit eine kalendarische Einheit.

Die in Zone 5 angegebenen 19 Mondsymbole könnten auf den 19-jährigen Zyklus von

19 tropische Jahre = 6936,6018 Tage

= 235 synodische Monate -0,08638 Tage

hinweisen (Menghin 2000, S.92), wobei die Anzahl von 235 Monaten möglicherweise durch die 5 x 47 = 235 Kreise in Zone 21 angegeben wurde. Dieser

Zeitraum umfasst außerdem 255 drakonitische Monate +0,491 Tage und verändert dadurch die Aufgangsrichtung des Mondes (bei gleicher Mondphase!) nach 19 Jahren nur geringfügig (Tabelle 9).

Die aufgezeigten Zyklen zur Korrektur von Sonnenjahren spiegeln sich in den gleichen Typen der Verzierungsmuster wieder wie bei den lunaren Zyklen. Die Zyklen von 126 und 138 Jahren sind vom gleichen Typ 15 wie die 15 Symbole in Zone 15 zur Korrektur der lunaren Doppelmonate. Der Symboltyp 15 stellte offensichtlich diese Zonen als Korrekturzonen dar. Dieser Hinweis auf die Bedeutung des Symboltyps ist nur durch die mehrmalige Verwendung des gleichen Symboltyps aufgefallen, da die Symboltypen in den anderen Zonen zur Korrektur von Zyklen nur einmalig vertreten sind (Zone 5 und Zone 17) und diese als Sonderzonen bezeichnet wurden.

Tabelle 9: Beispiel zur Variation der Aufgangsrichtung der Sonne und des Vollmondes im 19-jährigen Zyklus bei Frühlingsanfang in Westerhold Terheide

Datum [Julian. Kal.]	Aufgangsrichtung der Sonne	Aufgangsrichtung des Vollmondes
4.4.1599 v.Chr.	89,10°	87,93°
4.4.1580 v.Chr.	88,85°	88,84°
4.4.1561 v.Chr.	88,58°	91,50°
4.4.1542 v.Chr.	88,98°	88,29°
4.4.1523 v.Chr.	88,72°	91,74°
3.4.1504 v.Chr.	89,12°	85,47°

Der Goldkegel von Ezelsdorf

- Fundort bei Ezelsdorf östl. von Nürnberg, kein weiterer Fundkontext nachgewiesen
- nach der Bergung vom Finder zerhackt und nach der Montage im Museum ergaben sich Fehlstellen. Die Krempe fehlt ganz.
- Die aufwendige Verzierung führte zu einer unterschiedlichen Typisierung der Ornamente nach M. Fecht (1986) und nach W. Menghin (2000).

Fazit: Ungünstige Vorraussetzungen zur Analyse der Verzierungsmuster

Die Anmerkung von Menghin (2000, S. 92) bezüglich der Überschneidungen der Muster in den Zonen führt nicht nur zur Schlussfolgerung, dass es auf die

rechnerisch wichtige Anzahl von Symbolen ankam, sondern sollte auch bei der Typisierung beachtet werden. Daraus ergeben sich nach Menghin 16 verschiedene Muster bei insgesamt 21 Zonen, d.h. es gibt nur 5 Paare von Zonen mit jeweils gleichen Muster, die auch nicht wie bei den Hüten von Schifferstadt und Avanton direkt übereinander lagen sondern durch Zonen mit anderen Symbolen getrennt sind.

Dies könnte zu der Schlussfolgerung führen, dass der Goldkegel von Ezelsdorf anders gelesen werden muss als es bei den einfacher strukturierten Goldhüten der Fall war. Im folgenden sollen die von Menghin (2000, S.77) aufgelisteten Zyklen untersucht werden (Tabelle 10), wobei hier aber nicht der Fehler eines Zyklus durch die Anzahl der Monate geteilt wird, was nur zu einer Verschleierung der tatsächlichen Abweichung nach Ablauf des Zyklus führt. Bei der Beurteilung der Abweichung vom astronomischen Erwartungswert ist stattdessen zu beachten, dass der Mond nach 1 bis 2 Tagen seine Phase bereits erheblich verändert hat, während bei der Sonne ein Fehler von 1 bis 3 Tagen (je nach Jahreszeit) nicht ohne weiteres bemerkbar war.

Tabelle 10: Die astronomischen Zyklen auf dem Goldkegel von Ezelsdorf nach Menghin (2000, S.77)

Zonen	Anzahl der Kreise	Anzahl der Jahre	Anzahl der Monate	Rest [Tage]	Bemerkung
3 - 21	1737	4		276,03	fragwürdig
3 - 21	1683		57	0,24	genau
3 - 21	1642	4		181,03	fragwürdig
3 - 21	1588		54	-6,65	ungenau
3 - 20	1463	4		2,03	ungenau
3 - 20	1411		48	-6,47	ungenau
6 - 21	1461	4		0,03	genau
6 - 21	1418		48	0,53	genau
4 - 16	1091	3		-4,73	ungenau
4 - 16	1061		36	-2,10	ungenau
10 - 21	1092	3		-3,73	ungenau
10 - 21	1061		36	-2,10	ungenau
3 - 11	731	2		0,52	genau
10 - 19	706		24	-2,73	ungenau
10 - 16	535		18	3,45	ungenau
12 - 16	365	1		-0,24	genau

12 - 16	366	1		0,76	ungenau
13 - 19	354		12	-0,37	genau
16 - 18	176		6	-1,18	ungenau

Der genaueste Sonnenzyklus könnte die Summe von Zone 6 bis 21 sein, da 1461 genau vier tropische Jahre + 0,03 Tage entsprechen.

Schlussfolgerungen

Die astronomischen Ausrichtungen in Ostfriesland und die Verzierungen der Goldhüte bieten einen detaillierten Einblick in die astronomischen Kenntnisse der Bronzezeit in Mitteleuropa. Bei der gemeinsamen Untersuchung stellt sich heraus, dass die Kultbauten in Ostfriesland und die Goldhüte beide kalendarisch-astronomische Informationen zur Sonne und zum Mond beinhalten. Da in der Nähe von Westerhold Terheide vor über einhundert Jahren sogenannte Goldschalen gefunden wurden, die dieselben Muster haben wie die Goldenen Hüte (Schwarz 1995, S. 148), kann von einen direkten Kulturaustausch ausgegangen werden, auch wenn die Fundorte der Goldenen Hüte in Süddeutschland und Frankreich lagen.

Der Vergleich des Berliner Goldhutes mit den Ausrichtungen in Wiesens und Westerhold Terheide zeigt, dass die beiden Anlagen in Ostfriesland sich durch die verschiedenen Sonnenausrichtungen ergänzen und eine kalendarische Einheit bildeten. Die Bestimmung des Frühlingsanfangs bildete das Hauptinteresse bei den Pfostenanlagen. Dazu konnte der jährliche Sonnenaufgang, der 19-jährige Mondaufgang und der jährliche heliakische Untergang der Plejaden gedient haben. Dazu passt die Darstellung der Plejaden auf der kürzlich entdeckten Himmelsscheibe von Nebra. Über die Bedeutung der anderen Stationen während des Jahres können nur Vermutungen angestellt werden, wie z.B. über die Ausrichtung in Wiesens zum Sonnenaufgang 2 Tage vor Samhain, einem kalendarischen Fixpunkt, der sonst erst aus späterer Zeit bekannt ist.

Die Goldenen Hüte von Schifferstadt und von Avanton konzentrieren sich in der Darstellung auf Mondzyklen. Ihr einfacher Aufbau in den Verzierungsmustern stellt sie als Vorgänger der weitaus komplizierteren Goldhüte von Berlin und Ezelsdorf dar, welche lunare und solare Zyklen aufweisen. Die archäoastronomischen Datierung von Wiesens (10. bis 9. Jh. v. Chr.) und das Entwicklungsschema vom Einfachen zum Komplizierten passt zu der chronologischen Einschätzung von Menghin (2000, S. 92), da er "die beiden Goldhüte von Schifferstadt

und Avanton mit einiger Sicherheit in das 14. oder 13. Jahrhundert v. Chr." datiert und die anderen beiden Goldhüte durch Vergleiche der Verzierungen in das 10. bis 9. Jahrhundert v. Chr. einordnet.

Bei den Untersuchungen der astronomischen Zyklen auf den Goldhüten sind erstmalig sogenannte Korrekturzyklen gefunden worden. Da die kürzeren Mond- und Sonnenzyklen einen Fehler aufweisen, der sich nach einer bestimmten Zeitspanne bemerkbar macht und die Größe eines ganzen Tages annimmt, sind auf den Goldhüten die Zeitspannen angegeben worden, nach denen eine Korrektur notwendig wurde. Die Zonen mit den Korrekturfaktoren sind durch ihren Verzierungstyp oder ihre Position auf dem Goldhut (erste oder letzte Zone, oder die Zonen auf der Krempe) gekennzeichnet worden. Die Korrektur konnte durch das Einfügen oder Auslassen von kürzeren bzw. längeren Intervallen durchgeführt werden, die in gesonderten Verzierungszonen angegeben wurden. Dadurch ergaben sich teilweise erstaunliche Genauigkeiten der mittleren Umlaufzeiten des Mondes und der Sonne (Tabelle 11 und 12, in aufsteigender Genauigkeit von oben nach unten).

Tabelle 11: Genauigkeitsvergleich der Mondzyklen (in aufsteigender Genauigkeit)

Goldhut	Zyklus [Tage]	synodische Monate	Rest [Tage]	mittl. Monat (Soll: 29,530.588)
Schifferstadt	32660	1104	0,830	29,583.333
Avanton	4784	162	-1,955	29,518.519
Ezelsdorf	1683	57	0,244	29,526.316
Schifferstadt	24450	828	-1,327	29,528.986
Schifferstadt	29236	990	0,718	29,531.313
Berlin	44414	1504	-0,004	29,530.585

Tabelle 12: Genauigkeitsvergleich der Sonnenzyklen (in aufsteigender Genauigkeit)

Goldhut	Zyklus [Tage]	tropische Jahre	Rest [Tage]	mittl. Jahr (Soll: 365,2422)
Avanton	360	1	-5,242	360
Ezelsdorf	1461	4	0,031	365,25
Berlin	97155	266	0,575	365,2444

Aus dem Vergleich der Mond- und Sonnenzyklen ergibt sich eine Entwicklung, die mit einer geringen Genauigkeit des Cône d'Avanton anfängt, und dann

über die etwas genaueren Goldhüte von Ezelsdorf und Schifferstadt zur astronomischen Präzision des Berliner Goldhutes gelangt. Bei der Beurteilung des Goldhutes von Ezelsdorf muss evt. beachtet werden, dass genauere Zyklen des Mondes oder der Sonne aufgrund der komplizierten Verzierung oder der fehlenden Krempe nicht entschlüsselt werden können.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die vier Goldhüte, die Himmelsscheibe von Nebra und die ostfriesischen Kultbauten ein gemeinsames astronomisches Wissen wiedergeben, welches in der Bronzezeit in Mitteleuropa weit verbreitet war.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Dr. W. Schwarz aus Aurich, Ostfriesische Landschaft, für die Bereitstellung der archäologischen Unterlagen aus Ostfriesland bedanken, ohne dessen Inspiration diese Arbeit nicht entstanden wäre.

Literatur

Condit, Tom (editor), et. al.
1988 Brū na Bóinne. Newgrange, Knowth, Dowth and the River Boyne. Supplement to Archaeology Irland, Vol. 11, no. 3, Wicklow.

Leitschuh-Weber, Christine
1994 Gold - Die ewige Faszination. in: Bronzezeit in Deutschland, Albrecht Jockenhövel und Wolf Kubach (Hrsg.), Theiss Verlag Stuttgart, S.93-95.

Menghin, Wilfried
2000 Der Berliner Goldhut und die goldenen Kalendarien der alteuropäischen Bronzezeit. in: Acta Praehistorica et Archaeologica, Bd. 32, Staatliche Museen zu Berlin

Müller, Rolf
1970 Der Himmel über dem Menschen der Steinzeit, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York

Schlosser, Wolfhard
2003 Astronomische Deutung der Himmelsscheibe von Nebra. in: Sterne und Weltraum, 42, Nr.12, S. 34-40.

Schwarz, Wolfgang
1995 Die Urgeschichte in Ostfriesland. Verlag Schuster, Leer.
2002 Heiligtum oder Sternwarte? in: Archäologie in Niedersachsen, Bd. 5, S. 8-11, Oldenburg.