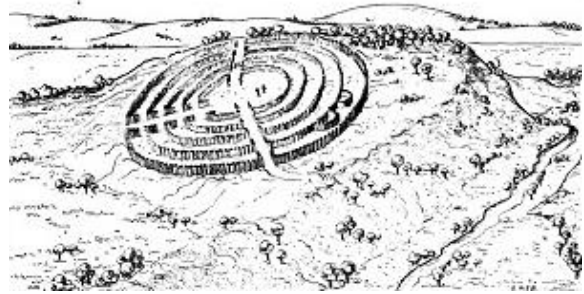


Archäoastronomische Untersuchung des neolithischen Palisadenrondells auf der Schalkenburg

Auf dem Plateau des Bergsporns „Schalkenburg“ bei Quenstedt in Sachsen-Anhalt stand einst ein fünfgliedriges Palisadenrondell mit drei Zugangswegen. Sind die Zugänge ins Innere der Anlage astronomisch orientiert? – Diese Arbeit liefert einige mögliche astronomische Deutungshypothesen.



von Burkard Steinrücken, steinruecken@sternwarte-recklinghausen.de
Forschungsprojekt Vorzeitliche Astronomie
Westfälische Volkssternwarte und Planetarium Recklinghausen
Stadtgarten 6, 45657 Recklinghausen

November 2004

Einleitung

Die neolithische Palisadenanlage, die ehemals auf dem Gipfelplateau der Schalkenburg (215 m ü. NN) stand, besteht aus fünf ovalen Ringen. Der innere Durchmesser schwankt zwischen 35 m und 44 m. Der größte Durchmesser beträgt 95 m. Die drei Zugänge sind zwischen 60 cm und 150 cm breit (Abstände der Seitenwangen bzw. der Pfosten) und bieten wahrscheinlich alle drei freie Durchsicht, laufen jedoch nicht auf einem gemeinsamen Punkt in der Mitte zu. - Diese für die archäoastronomische Untersuchung der Palisadenanlage relevanten Informationen findet man in der von E. Schröter 1989 publizierten Arbeit [1]. Die Abbildung 1 zeigt den Grabungsplan aus dieser Quelle.

Die in Schröters Aufsatz enthaltene Rekonstruktionsskizze (siehe oben), die den Bergsporn von Norden zeigt, steht in eklatantem Widerspruch zu diesen und anderen Angaben über die Gestalt des Bauwerks und die Topographie des Geländes. Sie erweckt den Anschein, das Palisadenrondell sei in stark ansteigendem Gelände errichtet. Die Zugänge, die viel zu breit gezeichnet sind, deuten auf einen gemeinsamen Schnittpunkt hin und zwei der drei Richtungen können gemäß der Zeichnung überhaupt keine astronomische Funktion beanspruchen, da sie nicht gegen den Horizont oder den Himmel ragen, sondern im abschüssigen Gelände nach unten zeigen.

Die folgende Untersuchung, die ohne eigene Ortskenntnis erfolgt, setzt ein weitgehend ebenes Baugelände voraus, wodurch der Durchblick auf den Horizontbereich bei allen drei Toren gewährleistet ist. Sie stützt sich deshalb nicht auf die Skizze, sondern auf die folgende von E. Schröter im Text gemachte Aussage: „Die ovale Rondellanlage ... liegt auf dem Gipfelplateau der „Schalkenburg“ und greift nur im Norden und Osten leicht in die Hanglage des zum Vorgelände leicht abfallenden dreieckigen Bergsporns über.“

Die Gauß-Krüger-Koordinaten (R, H) der Rondellmitte wurden dem Verfasser von M. Meinike aus Halle übermittelt. Mit Hilfe der TOP50-Kartensoftware, lässt sich das Koordinatenpaar auch in die UTM-Koordinaten Ostwert O und Nordwert N und in geographische Koordinaten umwandeln.

| | | |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| R = 3461495 | H = 5690679 | Gauß-Krüger-Koord. (Potsdam Datum) |
| O = 668883 | N = 5729396 | UTM-Koordinaten (WGS84 - Ellipsoid) |
| $\lambda = 11^\circ 26' 39''$ O | $\phi = 51^\circ 41' 30''$ N | Geographische Koordinaten |

Tabelle 1: Koordinaten des Fundortes

Schröter gibt einige Radiokarbondatierungen an, die auf eine Entstehungszeit zwischen ca. 4000 und 3000 v. Chr. hinweisen. Diese Datierung wird auch bei den dort beschriebenen astronomischen Deutungsversuchen von J. Lichtenfeld und G. Schön zugrunde gelegt. Lichtenfeld und Schön schlagen Sternpeilungen als Grund für die Orientierung der Zugänge vor. Dies setzt jedoch eine etwaige Datierung voraus, da wegen der Präzession der Äquinoktien die Sternpositionen an der Sphäre sich ständig verändern. Eine Entscheidung der Datierungsfrage ist mit dem vorliegenden C14-Datenmaterial nicht möglich und nach jüngeren Untersuchungen wird die Entstehungszeit mittlerweile etwa 1000 Jahre früher angesetzt. Kommen Sternpeilungen überhaupt zur Deutung der Tore in Frage, und wenn ja welche? - Auch darüber will dieser Aufsatz Aufschluss bringen.

Analyse des Landschaftshorizontes

Zunächst wird der von der Schalkenburg sichtbare Horizont aus digitalen Geländedaten der *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* rekonstruiert. Diese Daten sind kostenlos im Internet zugänglich [3] und können mit der Software „3dem“ [4] gelesen, dargestellt und als ASCII-String abgespeichert werden (siehe Abb. 2). Die Höhenwerte lassen sich dann auf ein reguläres Raster aus UTM-Koordinaten, die auf dem WGS84 - Ellipsoid basieren, abbilden (Abb. 3). Damit ist die Erzeugung einer virtuellen Ansicht des Landschaftshorizontes von der Schalkenburg möglich. Die Methode ist in dem Aufsatz [5] genau beschrieben. Leider bilden die *SRTM*-Daten ein Gitter von nur 90 m Maschenweite. So ist nicht ausgeschlossen, dass einige womöglich interessante Horizontstrukturen in der unmittelbaren Nähe der Schalkenburg „durch die Maschen fallen“. Die hier verwendete Methode erspart demnach nicht den Blick in die hochauflösende topographische Karte. Besser noch ist eine Ortsbesichtigung, die durch den Verfasser allerdings nicht erfolgt ist. Einen höher aufgelösten Datensatz mit nur 10 m Maschenweite erhält man vom Landesvermessungsamt, allerdings nur gegen eine Gebühr.

Als wesentliches Ergebnis der Horizontanalyse ist festzuhalten, dass es keine Erhebungen gibt, die Elevationen von ca. 1° - 2° überschreiten. Der Landschaftshorizont ist also nahezu flach. Nach M. Meinike [2] liegt der benachbarte Schillingsberg in der nordwestlichen Blickrichtung des Tores 2. Vielleicht nehmen die Tore absichtlich Bezug auf die Topographie der unmittelbar benachbarten Landschaft. Der Schillingsberg ist in den unzureichenden *SRTM*-Geländedaten nicht auszumachen, aber er ragt auch nicht wesentlich höher als die ferne Horizontlinie auf.

Setzt man eine Palisadenhöhe von ca. 2,5 m - 3 m voraus, so ragen die Palisaden bis zu ca. 5° gegen den Himmel auf, wenn man aus dem Mittelareal dagegen blickt und nur noch entlang der drei Zugangsrichtungen bleibt jeweils ein Stück flachen Horizontes der etwaigen Winkelbreite von 3° - 5° sichtbar. Der übrige Horizont wird also durch die Palisade vollständig überdeckt und ausgeblendet. Die Palisade bildet folglich einen künstlichen Horizont, und es

ist denkbar, dass besondere astronomische Richtungen auch durch einzelne höhere Palisadenpfosten kenntlich gemacht sind. Darüber lässt sich natürlich nur spekulieren, aber das allein verdeutlicht schon, dass aus der Untersuchung der Torazimuthe, ganz egal was sie für ein Ergebnis bringt, keine schlussendliche Aussage über Sinn und Verwendung der Anlage abgeleitet werden kann.

Da der südöstliche Zugang (Tor 3) genau auf die Flanke des Bergsporns zuläuft und damit keine praktische Wegfunktion erfüllt (E. Schröter), drängt sich der Gedanke einer astronomischen Richtlage geradezu auf. Spielen sich in den schmalen, hohen Sichtfenstern der etwaigen Winkelausdehnung von $5^\circ \times 5^\circ$ im Verlauf der Zeit vielleicht bemerkenswerte Himmelsereignisse ab?

Simulation ausgewählter Sonnen- und Mondbahnen in Bezug zu den drei Toren

Zur Entscheidung dieser Frage werden ausgewählte Bahnen von Sonne und Mond über dem Landschaftshorizont der Schalkenburg berechnet. Die Berechnung folgt dem in [5] beschriebenen Muster. Es werden die Sonnenbahnen an den Tagen der Sonnenwenden betrachtet, ferner das zeitliche Äquinoktium in der zeitlichen Mitte zwischen den Daten der Sonnenwenden und schließlich noch die Quartalstage in der zeitlichen Mitte zwischen den Sonnenwenden und zeitlichen Äquinoktien. Die Abbildung 4 zeigt das Ergebnis in drei Teilabschnitten. Im oberen Bild sieht man den Horizont zwischen 0° (Nord) und 120° . In der Mitte den Abschnitt zwischen 120° und 240° , im unteren Bild den restlichen Horizont zwischen 240° und 360° (Nord). Die anderen Haupthimmelsrichtungen erhalten die Werte 90° (Osten), 180° (Süden) und 270° (Westen). Ebenfalls eingetragen sind die Sichtfenster durch die Tore. Man findet die folgenden Werte für die Torazimuthe und ihre Winkeltoleranzen [6]:

| Tor | Nordazimuth |
|--------|---------------------------|
| Tor 1: | $80^\circ \pm 2,5^\circ$ |
| Tor 2: | $317^\circ \pm 2,5^\circ$ |
| Tor 3: | $154^\circ \pm 1,5^\circ$ |

Tabelle 2: Torazimuthe und Winkeltoleranzen

Anhand der Abbildung 4 stellt man leicht fest, dass die Tore keinen Bezug nehmen zu den herausragenden Eckdaten im Sonnenjahr. Man kann für Tor 1 und 3 einen solaren Bezug nur hineinkonstruieren, wenn man annimmt, die Palisade rage bis zu Elevationen von 10° bis 15° auf. Dann wäre die Sonne an manchen dieser Daten noch oben im Tor zu sehen, bevor sie die Palisade übersteigt. Das ist aber gekünstelt und setzt ca. 10 m hohe Stämme voraus.

Bei der Auswertung der Mondbahnen kommt man zu anderen Schlussfolgerungen. Die Abbildung 5 zeigt nun die extremen Mondverläufe bei den kleinen und großen Mondwenden vor ansonsten unverändertem Horizontprofil. Zwei der drei Tore fallen etwa mit horizontnahen Mondständen zusammen, bzw. werden vom extremen Mond in geringer Höhe durchlaufen. In Tor 3 zeigt sich der südlichste Mond in einer Höhe von ca. 3° – 4° . Es macht Sinn, den Mond nicht auf dem Horizont, sondern in etwas größeren Höhen zu peilen, weil er wegen des Kulisseneffektes der sich am Horizont aufstapelnden fernen Bewölkung und des horizontnahen Dunstes, der sein Licht abschwächt, kaum unmittelbar beim Aufgang gesehen werden kann. Tagsüber schon gar nicht, weil der helle horizontnahe Himmel ihn überstrahlt. Das zeigt die praktische Erfahrung bei der Beobachtung der Mondauf- und -untergänge.

In etwa gleicher Höhe durchzieht der nördlichste Mond kurz vor seinem Untergang auch Tor 2 im Nordosten (in Richtung Schillingsberg). Tor 2 zeigt also in den nördlichen Bereich des Westhorizontes, den die Sonne bei ihren Untergängen niemals erreicht, den aber der untergehende Mond in jenen Phasen seines 18,61-jährigen Wendezyklus trifft, wenn er eine Deklination erreicht, die deutlich über der der Sommersonne liegt. Zwei Tore der Schalkenburg lassen sich also durch das Phänomen der extremalen Monddeklination – einmal Extremstand im Süden und einmal Extremstand im Norden – archäoastronomisch deuten. Der südlichste Mond geht hinter der Palisade auf, erscheint in Tor 3, verschwindet wieder kurz hinter der Palisade und tritt dann seinen unverstellten Weg über den Himmel an. Ähnlich, nur in umgekehrter Reihenfolge, verhält es sich beim nördlichsten Monduntergang in Tor 2. Auch die Torbreite macht bei Mondbeobachtungen Sinn, da bei den sog. Mondwenden Deklinationsschwankungen auftreten und sich auch bei diesen besonderen Monddaten nicht immer exakt der gleiche Mondlauf zeigt [7]. Das breite Nordwest-Tor ermöglicht die Beobachtung des monatlichen Deklinationsmaximums des Mondes auch schon einige Jahre um die eigentliche Große Mondwende herum.

Die Berechnung der Sonnen- und Mondbahnen erfolgte für die Zeit 4500 BC mit einer Ekliptikschiefe von $24,147^\circ$. Die Gültigkeit dieser Ergebnisse lässt sich auch auf die Jahrhunderte um dieses Stichdatum herum ausweiten, weil sich die Ekliptikschiefe im Lauf der Zeit nur kaum merklich ändert ($2'$ oder ca. $0,03^\circ$ in drei Jahrhunderten). Auf so kleine Effekte kommt es bei der Größe der Tore nicht an und in den Epochen 5000 BC oder 3000 BC lagen die Bahnen auch kaum anders.

Eine interessante astronomische Deutungsmöglichkeit für Tor 1

Viel problematischer, schwieriger und interessanter für den Ansatz, die Torarchitektur vollständig archäoastronomisch deuten zu wollen, ist das Tor 2. Man kann sich auch gleich zufrieden geben und ihn als reinen Zuweg ohne „überirdische“ Funktion deklarieren. Er fällt ja weder mit einem markanten Sonnen- oder Mondaufgang zusammen. Natürlich liegt er in jenem Bereich, in dem Sonne und Mond aufgehen können, doch zumindest hinsichtlich der Mondaufgänge ist diese Richtung völlig unauffällig. Der Mond ändert seine Bahnlage, wenn er recht genau östlich aufgeht, so rasch von Tag zu Tag, dass er diese Richtung bei seinen Aufgängen ständig auslässt und nur selten – nach unregelmäßigem Muster – dort gesehen werden kann. Zur Bestimmung eines festen Zyklus im Mondlauf eignet sich eine solche östliche Peilung nicht.

Die Sonne geht dort in zwei jährlichen Zeitfenstern auf, einmal für ca. 15 Tage etwa drei Wochen nach dem Frühlingsäquinoktium und dann wieder eine ebensolange Spanne drei Wochen vor dem Herbstäquinoktium. Das sind zunächst einmal keine besonders herausragenden Daten im Sonnenjahr, vielleicht aber fanden sie zu jener Zeit besondere Beachtung. Das ließe sich u.U. statistisch nachweisen, wenn man in der gleichen Region viele Peilungen dieser Art bei vergleichbaren Bauwerken feststellen könnte, was gegen den Zufallsaspekt spräche.

Es gibt eine überraschende Möglichkeit, mit Hilfe der Plejaden diese Richtung als bemerkenswert zu deuten. Es ist eine nicht ganz nahe liegende und vielleicht überzogene Deutungshypothese, die aber doch Interesse verdient, weil das daran geknüpfte astronomische Ereignis wohl auch das Bildinventar und den Darstellungssachverhalt der Himmelscheibe von Nebra noch sehr viel später (1600 BC) maßgeblich beeinflusst hat.

Diese Hypothese schließt die im Lauf des Jahres veränderliche Sichtbarkeit der Plejaden mit ins Kalkül ein. Sterne oder Sterngrüppchen, sog. Asterismen, von denen die Plejaden das

herausragende sind, eignen sich zur Jahreszeitbestimmung, weil sie regelmäßig vom Nachthimmel verschwinden. Die Plejadenunsichtbarkeitsphase tritt ein, wenn die Sonne bei ihrem jährlichen Lauf durch den Tierkreis in der Nähe der Plejaden steht. Manchmal können sie aber auch die ganze Nacht sichtbar sein, nämlich dann, wenn die Sonne in der Gegenstellung zu ihnen steht.

Man kann einem Stern vier sog. Sternphasen zuordnen, das Abendletzt, das Morgenerst, das Abenderst und das Morgenletzt. Von diesen vier Phasen kommt im Fall der Plejaden im Neolithikum Mitteleuropas nur das Abendletzt und das Morgenletzt in Betracht. Aus Gründen, die in der Positionsastonomie ihre Rechtfertigung finden, sind Morgenerst und Abenderst zeitlich nicht hinreichend genau definiert. Der Aufsatz [8] erklärt das ausführlich für den Fall der Himmelscheibe von Nebra.

Um 4500 v. Chr. tritt das Abendletzt der Plejaden auf dem Breitenkreis der Schalkenburg etwa 50 Tage vor dem Frühlingsäquinoktium auf. Das Morgenletzt ist ca. drei Wochen vor Herbstanfang. Drei Wochen vor Herbstanfang hat die Sonne aber diejenige Deklination, bei der sie morgens im Tor 1 erscheint. Etwa eine Stunde nachdem die Plejaden in der Morgendämmerung am Westhorizont verschwunden sind, geht sie in Tor 1 auf und besiegelt ihr Morgenletzt. Das ist die grundlegende Idee zur Deutung der Richtlage dieses „problematischen Tores“.

Sie lässt sich mit den Methoden der Positionsastonomie und Photometrie untersuchen. Die Untersuchungsstrategie wird in [8] erklärt. Man errechnet sich die AV-Kurve ($AV = \text{Arcus Visionis}$, die Summe aus negativer Sonnenhöhe und Sternhöhe im Moment der ersten bzw. letzten Sichtbarkeit) über den Zeitraum des zu erwartenden Morgenletzt. Im Bereich des Minimums dieser AV-Kurve liegt das gesuchte Datum der Sternphase. Es ist aber wegen der schwankenden Witterung und der variablen Sichtbarkeitsbedingungen nicht scharf definiert. Außerdem besteht immer eine gewisse definitorische Unsicherheit bei der Bestimmung des Morgenletzt (zur Erklärung siehe die Referenzen [8,9]). Dies führt zu einer kritischen Morgenletzt-Zeitperiode von ca. drei Wochen Dauer, die sich ohne die Kenntnis, wie genau und mit welcher Methode man damals die Plejadenphasen beobachtet hat, nicht besser eingrenzen lässt. Die Abbildung 6 zeigt den Verlauf der AV-Kurven des Morgenletzt der Plejaden für den Breitenkreis der Schalkenburg zu verschiedenen Epochen des Neolithikums. Wegen der präzessionsbedingten Veränderung der Äquatorialkoordinaten der Plejaden (Tabelle 3) kommt es zu einer systematischen Verlagerung des Minimums über die Zeit.

| Jahr | Rektaszension | Deklination | Ekliptikschiefe |
|-------|---------------|-------------|-----------------|
| -5000 | 324,98° | -10,77° | 24,176° |
| -4500 | 331,43° | - 8,36° | 24,146° |
| -4000 | 337,80° | - 5,80° | 24,110° |
| -3500 | 344,09° | - 3,13° | 24,070° |
| -3000 | 350,34° | - 0,37° | 24,026° |
| -2500 | 356,58° | + 2,44° | 23,978° |

Tabelle 3: Äquatorialkoordinaten des Plejadensterns Alcyone und Ekliptikschiefe im Neolithikum

Man veranschlagt nun den typischen Fehler der Zeitbestimmung des Morgenletzt auf den Minimumbereich der Kurven (die den Kurven überlagerten Rechtecke in Abb. 6) und ermittelt auf der Zeitachse die Tageszahlen (seit dem Frühlingsäquinoktium) bei der das Morgenletzt innerhalb der unbestimmten Zeitperiode erstmals bzw. letztmals erwartet werden darf. Ferner liest man auch den Zeitpunkt des absoluten AV-Minimums ab. Aus diesen Zeitangaben lässt sich dann im nächsten Schritt die Deklination der Sonne an diesen Tagen berechnen. Die folgende Tabelle listet die Ergebnisse auf.

| Jahr | Zeitfenster | Deklination | Tag AV-Min | Dekl. AV-Min |
|-------|-------------|----------------|------------|--------------|
| -5000 | 142 ... 167 | 15,6° ... 6,2° | 151 | 12,4° |
| -4500 | 148 ... 174 | 13,6° ... 3,5° | 157 | 10,3° |
| -4000 | 154 ... 181 | 11,5° ... 0,7° | 165 | 7,3° |
| -3500 | 162 ... 187 | 8,6° ... -1,7° | 171 | 5,0° |
| -3000 | 168 ... 195 | 6,3° ... -4,8° | 178 | 2,2° |
| -2500 | 176 ... 202 | 3,1° ... -7,5° | 185 | - 0,6° |

Tabelle 4: Zeitfenster des Morgenletzttes in Tagen nach dem Frühlingsäquinoktium (aus Abb. 6) und zugehörige Deklinationen der Sonnenmitte; letzte Spalten: Tag und Deklination des absoluten AV-Minimums

Im letzten Schritt berechnet und zeichnet man die Spuren der Grenzdeklinationen (Deklination des Sonnenoberrandes am ersten Tag und Deklination des Sonnenunterandes am letzten Tag der Morgenletzt-Periode) über dem Landschaftshorizont der Schalkenburg und das symbolische Fenster des Tores 1. Die Abbildung 7 zeigt das Resultat für die in Frage kommenden und am besten passenden Zeitepochen zwischen 5000 und 3500 v. Chr.. Was entnimmt man diesen Darstellungen? – In der etwa dreiwöchigen Zeitspanne, in der das Morgenletzt der Plejaden eintritt, erfolgt der Sonnenaufgang zwischen den beiden grauen Grenzlinien. Die dickere blaue Linie zeigt die Spur der Sonnenmitte am Tag des absoluten AV-Minimums. Schlussfolgerung ist, dass um 4500 – 4000 v. Chr. das Band der Sonnenaufgänge mit der Lage des Tores 1 am besten übereinstimmt. Für diese Epoche stimmt also die Grundidee dieser Betrachtung: In der Zeit des Morgenletzttes der Plejaden geht die Sonne im Tor 1 auf. Ob das Tor gemäß dieser Idee auch absichtlich so platziert wurde, bleibt natürlich spekulativ.

Sterndeutungshypothesen für Tor 3

Tor 3 unterscheidet sich in seiner Architektur merklich von den anderen beiden Toren. In seiner Sichtlinie steht ein enges Pfostenpaar, das ein Sichtfenster von 3° Breite markiert. Möglicherweise handelt es sich hier um eine speziellere Visiereinrichtung. Obwohl mit der Peilung auf den südlichsten Mondstand bereits eine sehr befriedigende astronomische Deutungsmöglichkeit gefunden wurde, soll noch die Möglichkeit der Sternpeilungen in Betracht gezogen werden. Es bleibt ja bei der reinen Monddeutungshypothese fraglich, warum denn beide auf Mondstände zielende Tore unterschiedlich konstruiert sind. Betrachtet man mit einer Planetariumssoftware die Sternbewegungen am Himmel über der Schalkenburg in der Zeit zwischen -5000 und -3000, so findet man mit Alpha und Beta Centauri, Alpha und Beta Crux, Rigel und Sirius einige helle Sterne, die als gute Kandidaten für eine astrale Deutung der Richtlage von Tor 3 in Frage kommen. Die epocheabhängigen Äquatorialkoordinaten dieser Sterne werden nach der in [10] beschriebenen Methode ermittelt (Daten siehe Anhang).

Die Abbildung 8 zeigt das enge Tor 3 und die Grenzbahnen für Sterne, die durch das Tor hindurchlaufen. Bei horizontnahen Sternbeobachtungen ist zu beachten, dass ein Grossteil der Sternhelligkeit durch die Atmosphäre verschluckt wird und ein hoch am Himmel stehender leicht sichtbarer Stern dadurch unter die Nachweisschwelle des freisichtigen Auges von ca. 6 Magnituden geraten kann. Die in Frage kommenden Sterne sind indes so hell, dass sie auch bei mäßigen Sichtbedingungen (Extinktionskoeffizient $k = 0,35$ und Zenitgrenzhelligkeit $m(\text{Zenit}) = 5$) in dunkler Nacht bei einer Elevation von 5° alle längst sichtbar sind. Bei guten Verhältnissen ($k = 0,20$; $m(\text{Zenit}) = 6$) sind sie alle schon bei Höhen von 1° - 2° sichtbar [11]. Am Dämmerungshimmel gilt diese Aussage natürlich nicht.

Die untere Grenzbahn in Abbildung 8 zeigt den Sternaufgang im Tor über dem Landschaftshorizont in ca. 1° Höhe. Die Sterndeklination beträgt -34° bei dieser Bahn. Die obere Sternbahn tritt bei einer Höhe von ca. 5° ins Tor ein. Ihre Deklination beträgt -29°. Möglicherweise waren die Torfenster höher als hier angenommen. Dann reduziert sich die obere Grenzdeklinaton noch entsprechend. Im folgenden soll aber nur mit diesen Grenzwerten weitergerechnet werden. In welcher Epoche lagen die Deklinationen der oben genannten Sterne in diesem Bereich? – Darüber gibt die Tabelle 5 Auskunft.

| Stern | Helligkeit | Dekl. -29° | Dekl. -34° |
|--------|------------|------------|----------------|
| Sirius | -1,44 | -4600 | weit vor -5000 |
| Rigel | 0,18 | -3600 | -4500 |
| α Cen | -0,01 | -4350 | -3250 |
| β Cen | 0,61 | -4050 | -2950 |
| α Cru | 0,77 | vor -5000 | -4100 |
| β Cru | 1,25 | -4400 | -3000 |

Tabelle 5: Zeitfenster der Sichtbarkeit heller Sterne in Tor 3

Zur hier angesetzten Untersuchungsepoche von 4500 BC erfüllen nur Rigel im Orion und Alpha Crux, der Hauptstern des südlichen Kreuzes, die Grenzbedingungen. Die Hauptsterne des Zentauren laufen zwischen ca. -4000 und -3000 durchs Tor 3. Sirius war dort von -4600 sichtbar.

Am interessantesten ist die fast vollständige Sichtbarkeit des Kreuz des Südens im Tor 3 um 4100 v. Chr.. Dann geht Alpha Crux als unterster Stern im Kreuz knapp über dem Horizont im Tor auf und Beta Crux steht im oberen Bereich der Fensteröffnung. Die Breite des Südkreuz-Asterismus liegt mit ca. 3,2° fast genau im Bereich der Torbreite. Schon Lichtenberg und Schön deuten auf diese Peilmöglichkeit hin [1], die Meinike allerdings verwirft, da der Horizont hier 4° hoch sei [2]; eine Einschätzung, die durch die digitale Landschaftsanalyse nicht bestätigt wird.

Der $m = 0,77$ helle Stern Acrux ist bei $k = 0,20$ und $m(\text{Zenit}) = 6$ in ca. 1° Höhe sichtbar. Gleiches gilt für die anderen Kreuzsterne in ihren entsprechenden Höhen bei der Tordurchschreitung, wenn auch nur knapp für Delta Crux, der mit $m = 2,79$ der schwächste der vier Kreuzsterne ist.

Sehr bemerkenswert an dieser Passage des Südkreuzes durch Tor 3 ist ihr Auftreten bei einer Sternzeit nahe 90° bzw. 6 Stunden. Im Moment dieses sterntäglichen Ereignisses steht der Frühlingspunkt im Westen, der Wendepunkt des Krebses in der Kulmination auf dem Südmeridian, der Herbstpunkt im Osten und der Wendepunkt des Steinbocks in der unteren Kulmination im Norden. Damit findet dieses Passageereignis zum Zeitpunkt der Wintersonnenwende in der Mitternacht statt!

Man könnte hier auch eine Auszeichnung des Frühlings- oder Herbstanfangs vermuten, aber dann geschieht die Passage in der Dämmerungszeit und die Sterne sind am Dämmerungshimmel bei solch geringen Elevationen nicht gut oder gar nicht sichtbar, je nach Dämmerungsphase.

Der tiefe Stand des Südkreuzes in Tor 3 spricht für die Mitternachtsbeobachtung in der Zeit der längsten Nächte und damit als indirekter Ausweis der Wintersonnenwende. Bei einer Mitternachtsbeobachtung des Kreuzes im Tor steht ja die Sonne am tiefsten Punkt im gesamten Jahr überhaupt! Eine Platzierung des Tores zur Bestimmung dieses Zeitpunkts setzt eine tagesgenaue Bestimmung der Wintersonnenwende und eine etwa minutengenaue Bestimmung der Mitternacht voraus, was mit prähistorischen Beobachtungs- und Messmethoden durchaus machbar ist.

Diese faszinierende Idee einer Präzisions-Sternzeitpeilung in Tor 3 lässt sich noch genauer untersuchen und auch zeitlich eingrenzen, wobei natürlich die Richtigkeit der spekulativen Deutungsidee nun als Eingangsvoraussetzung in die folgende Strategie einfließt. Ein unabhängiges Argument für eine solche Präzisionspeilung am Asterismus des Südkreuzes erhält man aber zusätzlich durch die genaue Gestalt der Tor- und Pfostenanlage. Innerhalb der Toröffnung standen zwei nur 70 - 80 cm benachbarte Pfosten. Wenn die beiden mittleren Kreuzsterne, die etwa entlang eines Vertikals im Tor stehen, zwischen den Pfosten sichtbar sind, so stehen die äußeren links und rechts daneben. Anhand der Passage der Sterne durch das Pfostenfenster in der Mitte der Toröffnung lässt sich das Ereignis damit minutengenau fixieren.

Fordert man diese Minutengenauigkeit auch für die Sternzeitbestimmung (das eigentliche Ziel dieser Peilung), so lässt sich anhand der präzessionsbedingten Verlagerung der Rektaszension der Südkreuzsterne auch jene Epoche ermitteln, zu der sich der Ortsstundenwinkel des Ereignisses zusammen mit der epocheabhängigen Rektaszension gemäß $q = t - a$ zur geforderten Wintersonnenwend-Mitternachtsternzeit von $Q = 90^\circ$ verrechnet.

Die Abbildung 9 stellt die Ergebnisse dieser Modellrechnungen zusammen. Gezeigt ist jeweils der Moment der mittigen Position des Südkreuzes im angedeuteten Tor. Die Seiten des blauen Rechtecks kennzeichnen die beiden Pfosten. Mit Pfosten, die etwas höher sind als die angenommene Palisade von ca. 3 m (z.B. ca. 5 m), lässt sich das Tor leicht auf Elevationen bis ca. 8° bringen, so dass auch der obere Kreuzstern am Passageereignis hinter den Pfosten teilhat. Die Einzelbilder für die verschiedenen Epochen (4500, 4400, 4300, 4200, 4100 BC) sind jeweils mit den für die Sternzeit- und Höhenberechnung relevanten Koordinaten für den Stern Alpha Crux versehen. Die daraus ermittelte Sternzeit ist ebenfalls eingetragen. Man erhält die als Voraussetzung geforderte Sternzeit von 90° bei den Südkreuzpassagen in der etwaigen Epoche 4400 – 4300 BC. Die Sterne laufen dann auch etwas höher durch das Tor als bei der absoluten Grenzepoche von 4100 BC, wo Alpha Crux nur soeben noch im Tor über dem Horizont erscheint.

Man sollte aber beachten, dass diese Art der Datierung empfindlich von der genauen Lage der Torpfosten zueinander und zu den Himmelsrichtungen abhängig ist. Auch durch eine kleine Lageveränderung des Beobachters in der nicht allzu fernen Rondellmitte ändert sich die Richtlage des Tores merklich. Man wird aus dem etwaigen Ergebnis nicht ableiten dürfen, dass die Jahrhunderte um 4400 und 4300 BC herum gänzlich als Entstehungszeit gemäß dieser Sternpeilungshypothese ausgeschlossen sind. Das Ergebnis ist auch verträglich mit der (ungenaueren) Zeitbestimmung gemäß der Plejadenhypothese für Tor 1.

Zusammenfassung der Ergebnisse

1) Horizontanalyse

Der von der Schalkenburg sichtbare Landschaftshorizont ist weitgehend flach und zeigt keine besonders auffälligen, hoch aufragenden Strukturen. Tor 2 zeigt auf den Schillingsberg (M. Meinike), was als Hinweis auf topographische Bezüge gewertet werden kann.

Die Palisaden überdecken den Landschaftshorizont – bis auf die Toröffnungen - vollständig.

2) Sonnen- und Mondbahnen

Die Sonnenbahnen der markanten Jahresdaten wie Sonnenwenden, Äquinoktien, etc. stehen in keinem Bezug zu den Toren. Die extremen Mondbahnen der Kleinen Mondwenden (Nord und Süd) stehen in keinem Bezug zu den Toren. Die extremen Mondbahnen der Großen Mondwende (Nord und Süd) stehen in Bezug zu den Toren 2 und 3. Der südlichste Mond

durchläuft das Tor 3 in einer Höhe von ca. 3°. Der nördlichste Mond durchläuft das Tor 2 in einer Höhe von ca. 3°- 4° (jeweils 4500 v. Chr.). Monduntergänge über dem Schillingsberg treten bei Monddeklinationen auf, die deutlich größer sind als die Maximaldeklinaton der Sonne.

3) Spezielle astronomische Hypothese für Tor 1

Tor 1 deutet in die Richtung, in der während der Zeit des Morgenletzttes der Plejaden, etwa drei Wochen vor dem Herbstäquinoktium, die Sonne aufgeht (gilt am besten für ca. 4500 – 4000 v. Chr.).

4) Faszinierende Sterndeutungshypothese für Tor 3

Die Pfostenanlage in Tor 3 lässt sich als spezielle Visiereinrichtung für die Beobachtung der Passage des Südkreuzes deuten. Um 4400 – 4300 BC erfolgt diese Torpassage zur Sternzeit 90°. Folglich ist das Ereignis in der längsten Nacht des Jahres Kennzeichen für den jährlich tiefstmöglichen Stand der Sonne in der Mitternacht bei der Wintersonnenwende.

(Diese Deutung setzt einen Landschaftshorizont der Höhe $< 1^\circ$ im Tor 3 voraus, woran wegen widersprüchlicher Angaben bei bisherigen Untersuchungen noch Zweifel beim Verfasser bestehen. Deshalb steht dieses Teilergebnis unter Vorbehalt.)

Referenzen

- [1] E. Schröter: Die „Schalkenburg“ bei Quenstedt, Kreis Hettstedt, eine frühneolithische Rondellanlage; Religion und Kult, Berlin 1989, Seiten 193 - 201
- [2] M. Meinike: Astronomische Betrachtungen zum fünfgliedrigen Palisadenringsystem von Quenstedt – „Die Schalkenburg“; unveröffentlichtes Manuskript
- [3] Daten der SRTM-Mission für Eurasien: <http://edcftp.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/Eurasia/>
- [4] 3dem-Software: www.terrainmap.com/newsinfo.html
- [5] B. Steinrücken: Untersuchung des Fundortes der Bronzeurne von Gevelinghausen auf astronomische Auffälligkeiten; www.archaeoastronomie.info/archaeoastro/bronzeurne.pdf
- [6] M. Meinike, persönliche Mitteilung
- [7] B. Steinrücken: Beobachtung einer Mondwende; www.archaeoastronomie.info/archaeoastro/mondwende.pdf
- [8] B. Steinrücken: Die Sternphasen der Plejaden in der Bronzezeit - Zur theoretischen Berechnung und kalendarischen Verwendbarkeit von Sternphasen; www.archaeoastronomie.info/archaeoastro/plejadenphasen.pdf
- [9] B. E. Schaefer: Helical Rise Phenomena; Archaeoastronomy 11, JHA 18 (1987), S19 – S33
- [10] B. Steinrücken: Die Bahnen der hellsten Sterne vor der Zeitenwende – Zur Berechnung der Äquatorialkoordinaten in vergangenen Epochen; www.archaeoastronomie.info/archaeoastro/SternevorderZeitenwende.pdf
- [11] B. E. Schaefer: Atmospheric Extinction Effects on Stellar Alignments; Archaeoastronomy 10, JHA 17 (1986), S32 – S42

Anhang

Äquatorialkoordinaten der behandelten Sterne zwischen -5000 und -2500

Abkürzungen:

| | |
|---------|-----------------|
| aCen... | Alpha Centauri |
| bCen... | Beta Centauri |
| Siri... | Sirius |
| Rige... | Rigel |
| aCru... | Alpha Crux |
| bCru... | Beta Crux |
| gCru... | Gamma Crux |
| dCru... | Delta Crux |
| Alcy... | Alcyone |
| ..._a | Rektaszension |
| ..._d | Deklination |
| EKS | Ekliptikschiefe |

| Jahr | aCen_a | aCen_d | bCen_a | bCen_d | Siri_a | Siri_d | Rige_a | Rige_d |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| -5000 | 135.483 | -26.265 | 126.776 | -25.433 | 24.946 | -30.889 | 356.784 | -36.887 |
| -4950 | 135.977 | -26.461 | 127.287 | -25.604 | 25.498 | -30.650 | 357.415 | -36.603 |
| -4900 | 136.471 | -26.659 | 127.798 | -25.777 | 26.049 | -30.411 | 358.044 | -36.319 |
| -4850 | 136.966 | -26.858 | 128.309 | -25.952 | 26.600 | -30.174 | 358.670 | -36.035 |
| -4800 | 137.460 | -27.059 | 128.820 | -26.129 | 27.150 | -29.939 | 359.295 | -35.750 |
| -4750 | 137.955 | -27.261 | 129.331 | -26.308 | 27.699 | -29.704 | 359.917 | -35.466 |
| -4700 | 138.450 | -27.465 | 129.842 | -26.489 | 28.247 | -29.471 | .536 | -35.182 |
| -4650 | 138.944 | -27.671 | 130.353 | -26.672 | 28.795 | -29.239 | 1.154 | -34.897 |
| -4600 | 139.439 | -27.878 | 130.864 | -26.857 | 29.342 | -29.009 | 1.770 | -34.613 |
| -4550 | 139.935 | -28.087 | 131.375 | -27.044 | 29.889 | -28.779 | 2.383 | -34.329 |
| -4500 | 140.430 | -28.297 | 131.886 | -27.233 | 30.435 | -28.552 | 2.995 | -34.045 |
| -4450 | 140.926 | -28.509 | 132.397 | -27.424 | 30.980 | -28.325 | 3.605 | -33.761 |
| -4400 | 141.421 | -28.723 | 132.908 | -27.616 | 31.525 | -28.100 | 4.212 | -33.478 |
| -4350 | 141.917 | -28.937 | 133.419 | -27.811 | 32.069 | -27.877 | 4.819 | -33.194 |
| -4300 | 142.414 | -29.153 | 133.930 | -28.007 | 32.613 | -27.654 | 5.423 | -32.911 |
| -4250 | 142.910 | -29.371 | 134.442 | -28.205 | 33.157 | -27.434 | 6.026 | -32.628 |
| -4200 | 143.407 | -29.590 | 134.953 | -28.405 | 33.700 | -27.215 | 6.627 | -32.346 |
| -4150 | 143.904 | -29.811 | 135.465 | -28.607 | 34.243 | -26.997 | 7.226 | -32.064 |
| -4100 | 144.402 | -30.032 | 135.977 | -28.811 | 34.785 | -26.781 | 7.824 | -31.782 |
| -4050 | 144.900 | -30.256 | 136.489 | -29.016 | 35.327 | -26.567 | 8.421 | -31.501 |
| -4000 | 145.398 | -30.480 | 137.001 | -29.223 | 35.869 | -26.354 | 9.016 | -31.220 |
| -3950 | 145.897 | -30.706 | 137.514 | -29.432 | 36.410 | -26.143 | 9.609 | -30.939 |
| -3900 | 146.396 | -30.933 | 138.026 | -29.642 | 36.951 | -25.933 | 10.202 | -30.659 |
| -3850 | 146.895 | -31.162 | 138.539 | -29.854 | 37.492 | -25.725 | 10.793 | -30.380 |
| -3800 | 147.395 | -31.392 | 139.053 | -30.068 | 38.033 | -25.519 | 11.383 | -30.101 |
| -3750 | 147.896 | -31.623 | 139.566 | -30.284 | 38.573 | -25.314 | 11.971 | -29.823 |
| -3700 | 148.397 | -31.855 | 140.080 | -30.501 | 39.113 | -25.111 | 12.559 | -29.546 |
| -3650 | 148.899 | -32.088 | 140.594 | -30.720 | 39.654 | -24.910 | 13.145 | -29.269 |
| -3600 | 149.401 | -32.323 | 141.109 | -30.940 | 40.194 | -24.710 | 13.730 | -28.993 |
| -3550 | 149.904 | -32.559 | 141.624 | -31.162 | 40.733 | -24.513 | 14.314 | -28.717 |
| -3500 | 150.407 | -32.796 | 142.139 | -31.386 | 41.273 | -24.317 | 14.897 | -28.442 |
| -3450 | 150.911 | -33.034 | 142.655 | -31.611 | 41.813 | -24.123 | 15.480 | -28.168 |
| -3400 | 151.416 | -33.274 | 143.171 | -31.838 | 42.352 | -23.930 | 16.061 | -27.895 |
| -3350 | 151.921 | -33.514 | 143.687 | -32.066 | 42.892 | -23.740 | 16.641 | -27.623 |
| -3300 | 152.427 | -33.756 | 144.204 | -32.295 | 43.431 | -23.551 | 17.221 | -27.352 |
| -3250 | 152.934 | -33.999 | 144.722 | -32.526 | 43.970 | -23.365 | 17.800 | -27.081 |
| -3200 | 153.442 | -34.242 | 145.240 | -32.759 | 44.510 | -23.180 | 18.378 | -26.811 |
| -3150 | 153.950 | -34.487 | 145.759 | -32.993 | 45.049 | -22.997 | 18.955 | -26.543 |
| -3100 | 154.459 | -34.733 | 146.278 | -33.229 | 45.588 | -22.816 | 19.532 | -26.275 |
| -3050 | 154.969 | -34.980 | 146.798 | -33.465 | 46.128 | -22.637 | 20.108 | -26.008 |
| -3000 | 155.480 | -35.228 | 147.319 | -33.704 | 46.667 | -22.459 | 20.683 | -25.742 |
| -2950 | 155.992 | -35.476 | 147.840 | -33.943 | 47.206 | -22.284 | 21.258 | -25.477 |
| -2900 | 156.505 | -35.726 | 148.362 | -34.184 | 47.746 | -22.111 | 21.832 | -25.214 |
| -2850 | 157.019 | -35.977 | 148.884 | -34.426 | 48.285 | -21.940 | 22.406 | -24.951 |
| -2800 | 157.534 | -36.228 | 149.408 | -34.670 | 48.825 | -21.771 | 22.979 | -24.690 |
| -2750 | 158.050 | -36.481 | 149.932 | -34.915 | 49.365 | -21.604 | 23.552 | -24.429 |
| -2700 | 158.568 | -36.734 | 150.457 | -35.161 | 49.904 | -21.439 | 24.125 | -24.170 |
| -2650 | 159.086 | -36.989 | 150.983 | -35.408 | 50.444 | -21.276 | 24.696 | -23.912 |
| -2600 | 159.605 | -37.244 | 151.509 | -35.657 | 50.984 | -21.115 | 25.268 | -23.655 |
| -2550 | 160.126 | -37.500 | 152.037 | -35.907 | 51.524 | -20.956 | 25.839 | -23.400 |
| -2500 | 160.648 | -37.756 | 152.565 | -36.158 | 52.065 | -20.799 | 26.410 | -23.146 |

| Jahr | aCru_a | aCru_d | bCru_a | bCru_d | gCru_a | gCru_d | dCru_a | dCru_d |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| -5000 | 115.275 | -31.475 | 116.395 | -27.340 | 112.755 | -25.373 | 111.648 | -28.176 |
| -4950 | 115.737 | -31.597 | 116.882 | -27.467 | 113.252 | -25.487 | 112.126 | -28.281 |
| -4900 | 116.199 | -31.721 | 117.370 | -27.597 | 113.749 | -25.603 | 112.603 | -28.389 |
| -4850 | 116.661 | -31.847 | 117.857 | -27.728 | 114.246 | -25.721 | 113.081 | -28.499 |
| -4800 | 117.123 | -31.975 | 118.344 | -27.862 | 114.743 | -25.841 | 113.558 | -28.611 |
| -4750 | 117.584 | -32.106 | 118.831 | -27.997 | 115.239 | -25.964 | 114.036 | -28.725 |
| -4700 | 118.046 | -32.238 | 119.319 | -28.135 | 115.735 | -26.089 | 114.513 | -28.842 |
| -4650 | 118.507 | -32.372 | 119.806 | -28.275 | 116.232 | -26.217 | 114.990 | -28.961 |
| -4600 | 118.969 | -32.509 | 120.293 | -28.417 | 116.728 | -26.346 | 115.467 | -29.081 |
| -4550 | 119.430 | -32.647 | 120.779 | -28.562 | 117.224 | -26.478 | 115.945 | -29.204 |
| -4500 | 119.891 | -32.788 | 121.266 | -28.708 | 117.719 | -26.612 | 116.422 | -29.330 |
| -4450 | 120.352 | -32.930 | 121.753 | -28.856 | 118.215 | -26.748 | 116.898 | -29.457 |
| -4400 | 120.814 | -33.075 | 122.240 | -29.007 | 118.711 | -26.887 | 117.375 | -29.586 |
| -4350 | 121.275 | -33.221 | 122.726 | -29.159 | 119.206 | -27.027 | 117.852 | -29.718 |
| -4300 | 121.736 | -33.370 | 123.213 | -29.314 | 119.702 | -27.170 | 118.329 | -29.852 |
| -4250 | 122.197 | -33.520 | 123.700 | -29.470 | 120.197 | -27.315 | 118.806 | -29.987 |
| -4200 | 122.658 | -33.672 | 124.186 | -29.629 | 120.692 | -27.462 | 119.282 | -30.125 |
| -4150 | 123.119 | -33.827 | 124.673 | -29.790 | 121.188 | -27.611 | 119.759 | -30.265 |
| -4100 | 123.580 | -33.983 | 125.160 | -29.952 | 121.683 | -27.762 | 120.235 | -30.407 |
| -4050 | 124.041 | -34.141 | 125.646 | -30.117 | 122.178 | -27.916 | 120.712 | -30.551 |
| -4000 | 124.502 | -34.301 | 126.133 | -30.283 | 122.673 | -28.071 | 121.188 | -30.697 |
| -3950 | 124.963 | -34.463 | 126.620 | -30.452 | 123.168 | -28.229 | 121.665 | -30.845 |
| -3900 | 125.425 | -34.626 | 127.107 | -30.622 | 123.663 | -28.388 | 122.141 | -30.995 |
| -3850 | 125.886 | -34.792 | 127.593 | -30.795 | 124.158 | -28.550 | 122.618 | -31.148 |
| -3800 | 126.347 | -34.959 | 128.080 | -30.969 | 124.652 | -28.714 | 123.094 | -31.302 |
| -3750 | 126.808 | -35.129 | 128.567 | -31.145 | 125.147 | -28.880 | 123.571 | -31.458 |
| -3700 | 127.270 | -35.300 | 129.054 | -31.323 | 125.642 | -29.047 | 124.047 | -31.616 |
| -3650 | 127.731 | -35.473 | 129.541 | -31.503 | 126.137 | -29.217 | 124.524 | -31.776 |
| -3600 | 128.193 | -35.647 | 130.029 | -31.685 | 126.632 | -29.389 | 125.001 | -31.938 |
| -3550 | 128.654 | -35.824 | 130.516 | -31.868 | 127.127 | -29.562 | 125.477 | -32.101 |
| -3500 | 129.116 | -36.002 | 131.003 | -32.054 | 127.622 | -29.738 | 125.954 | -32.267 |
| -3450 | 129.578 | -36.182 | 131.491 | -32.241 | 128.117 | -29.916 | 126.431 | -32.435 |
| -3400 | 130.040 | -36.364 | 131.979 | -32.430 | 128.612 | -30.095 | 126.907 | -32.604 |
| -3350 | 130.502 | -36.548 | 132.467 | -32.621 | 129.107 | -30.277 | 127.384 | -32.776 |
| -3300 | 130.965 | -36.733 | 132.955 | -32.814 | 129.602 | -30.460 | 127.861 | -32.949 |
| -3250 | 131.427 | -36.920 | 133.443 | -33.008 | 130.097 | -30.645 | 128.339 | -33.124 |
| -3200 | 131.890 | -37.109 | 133.932 | -33.204 | 130.593 | -30.832 | 128.816 | -33.301 |
| -3150 | 132.353 | -37.299 | 134.421 | -33.402 | 131.088 | -31.021 | 129.293 | -33.480 |
| -3100 | 132.816 | -37.491 | 134.910 | -33.601 | 131.584 | -31.212 | 129.771 | -33.661 |
| -3050 | 133.279 | -37.685 | 135.399 | -33.802 | 132.080 | -31.404 | 130.248 | -33.843 |
| -3000 | 133.743 | -37.880 | 135.889 | -34.005 | 132.576 | -31.599 | 130.726 | -34.028 |
| -2950 | 134.207 | -38.077 | 136.379 | -34.210 | 133.072 | -31.795 | 131.204 | -34.214 |
| -2900 | 134.671 | -38.276 | 136.869 | -34.416 | 133.568 | -31.993 | 131.682 | -34.401 |
| -2850 | 135.135 | -38.476 | 137.360 | -34.624 | 134.065 | -32.193 | 132.161 | -34.591 |
| -2800 | 135.600 | -38.678 | 137.850 | -34.833 | 134.561 | -32.394 | 132.639 | -34.782 |
| -2750 | 136.065 | -38.882 | 138.342 | -35.045 | 135.058 | -32.597 | 133.118 | -34.975 |
| -2700 | 136.530 | -39.087 | 138.833 | -35.257 | 135.555 | -32.802 | 133.597 | -35.170 |
| -2650 | 136.996 | -39.293 | 139.325 | -35.471 | 136.053 | -33.009 | 134.077 | -35.366 |
| -2600 | 137.462 | -39.501 | 139.818 | -35.687 | 136.551 | -33.217 | 134.556 | -35.564 |
| -2550 | 137.928 | -39.711 | 140.311 | -35.905 | 137.049 | -33.427 | 135.036 | -35.764 |
| -2500 | 138.395 | -39.922 | 140.804 | -36.123 | 137.547 | -33.639 | 135.517 | -35.965 |

| <u>Jahr</u> | <u>Alcy a</u> | <u>Alcy d</u> | <u>EKS</u> |
|-------------|---------------|---------------|------------|
| -5000 | 324.975 | -10.769 | 24.176 |
| -4950 | 325.625 | -10.536 | 24.173 |
| -4900 | 326.275 | -10.301 | 24.170 |
| -4850 | 326.923 | -10.065 | 24.167 |
| -4800 | 327.571 | -9.827 | 24.164 |
| -4750 | 328.217 | -9.587 | 24.161 |
| -4700 | 328.862 | -9.345 | 24.158 |
| -4650 | 329.507 | -9.102 | 24.155 |
| -4600 | 330.150 | -8.857 | 24.152 |
| -4550 | 330.792 | -8.610 | 24.149 |
| -4500 | 331.433 | -8.362 | 24.146 |
| -4450 | 332.073 | -8.113 | 24.142 |
| -4400 | 332.713 | -7.862 | 24.139 |
| -4350 | 333.351 | -7.609 | 24.135 |
| -4300 | 333.989 | -7.355 | 24.132 |
| -4250 | 334.625 | -7.100 | 24.128 |
| -4200 | 335.261 | -6.843 | 24.125 |
| -4150 | 335.896 | -6.585 | 24.121 |
| -4100 | 336.530 | -6.326 | 24.118 |
| -4050 | 337.164 | -6.065 | 24.114 |
| -4000 | 337.796 | -5.803 | 24.110 |
| -3950 | 338.429 | -5.540 | 24.106 |
| -3900 | 339.060 | -5.276 | 24.103 |
| -3850 | 339.691 | -5.011 | 24.099 |
| -3800 | 340.321 | -4.745 | 24.095 |
| -3750 | 340.950 | -4.478 | 24.091 |
| -3700 | 341.579 | -4.209 | 24.087 |
| -3650 | 342.207 | -3.940 | 24.083 |
| -3600 | 342.835 | -3.670 | 24.079 |
| -3550 | 343.463 | -3.399 | 24.074 |
| -3500 | 344.090 | -3.127 | 24.070 |
| -3450 | 344.716 | -2.854 | 24.066 |
| -3400 | 345.342 | -2.581 | 24.062 |
| -3350 | 345.968 | -2.306 | 24.057 |
| -3300 | 346.593 | -2.031 | 24.053 |
| -3250 | 347.219 | -1.755 | 24.049 |
| -3200 | 347.843 | -1.479 | 24.044 |
| -3150 | 348.468 | -1.202 | 24.040 |
| -3100 | 349.092 | -.924 | 24.035 |
| -3050 | 349.716 | -.646 | 24.031 |
| -3000 | 350.340 | -.368 | 24.026 |
| -2950 | 350.964 | -.088 | 24.022 |
| -2900 | 351.588 | .191 | 24.017 |
| -2850 | 352.212 | .471 | 24.012 |
| -2800 | 352.836 | .752 | 24.007 |
| -2750 | 353.459 | 1.032 | 24.003 |
| -2700 | 354.083 | 1.313 | 23.998 |
| -2650 | 354.707 | 1.595 | 23.993 |
| -2600 | 355.331 | 1.876 | 23.988 |
| -2550 | 355.955 | 2.158 | 23.983 |
| -2500 | 356.579 | 2.440 | 23.978 |

Abbildungsverzeichnis und Bildunterschriften

Titelbild:

Stark schematische und irreführende Rekonstruktionszeichnung des Palisadenrondells auf der Schalkenburg (Bildnachweis: Referenz [1])

Abb. 1:

Grabungsplan des Rondells auf der Schalkenburg (Bildnachweis: Referenz [1])

Abb. 2:

Darstellung des digitalen Geländemodells des Untersuchungsgeländes mit der 3dem-Software (Bildnachweis: Referenz [3], Geländedaten: Referenz [4])

Abb. 3:

UTM-Punktdaten der Geländemodells auf einem regelmäßigen Gitter der Maschenweite 90 m (stark überhöht) mit Kennzeichnung der Position der Schalkenburg (rotes Viereck)

Abb. 4:

Simulation ausgewählter Sonnenbahnen über dem rekonstruierten Landschaftshorizont (schwarze Punkte) und den Toren des Rondells (blaue Rechtecke)

Abb. 5:

Simulation ausgewählter Mondbahnen über dem rekonstruierten Landschaftshorizont (schwarze Punkte) und den Toren des Rondells (blaue Rechtecke)

Abb. 6:

AV-Verläufe des Morgenletzttes der Plejaden im Neolithikum. Als Rechteck jeweils eingetragen das Zeitfenster der Morgenletzperiode

Abb. 7:

Darstellung von Tor 1 mit den Grenzlinien der Sonnenaufgangsbahnen (grau) im Zeitfenster der Morgenletzperiode; blaue Linie: Aufstiegsbahn der Sonnenmitte am Tag des absoluten AV-Minimums

Abb. 8:

Darstellung von Tor 3 mit den Grenzlinien der Sternaufgangsbahnen (rot), die durch das Tor verlaufen

Abb. 9

Südkreuzpassage in Tor 3 in verschiedenen Epochen mit Angabe der Passage-Sternzeit

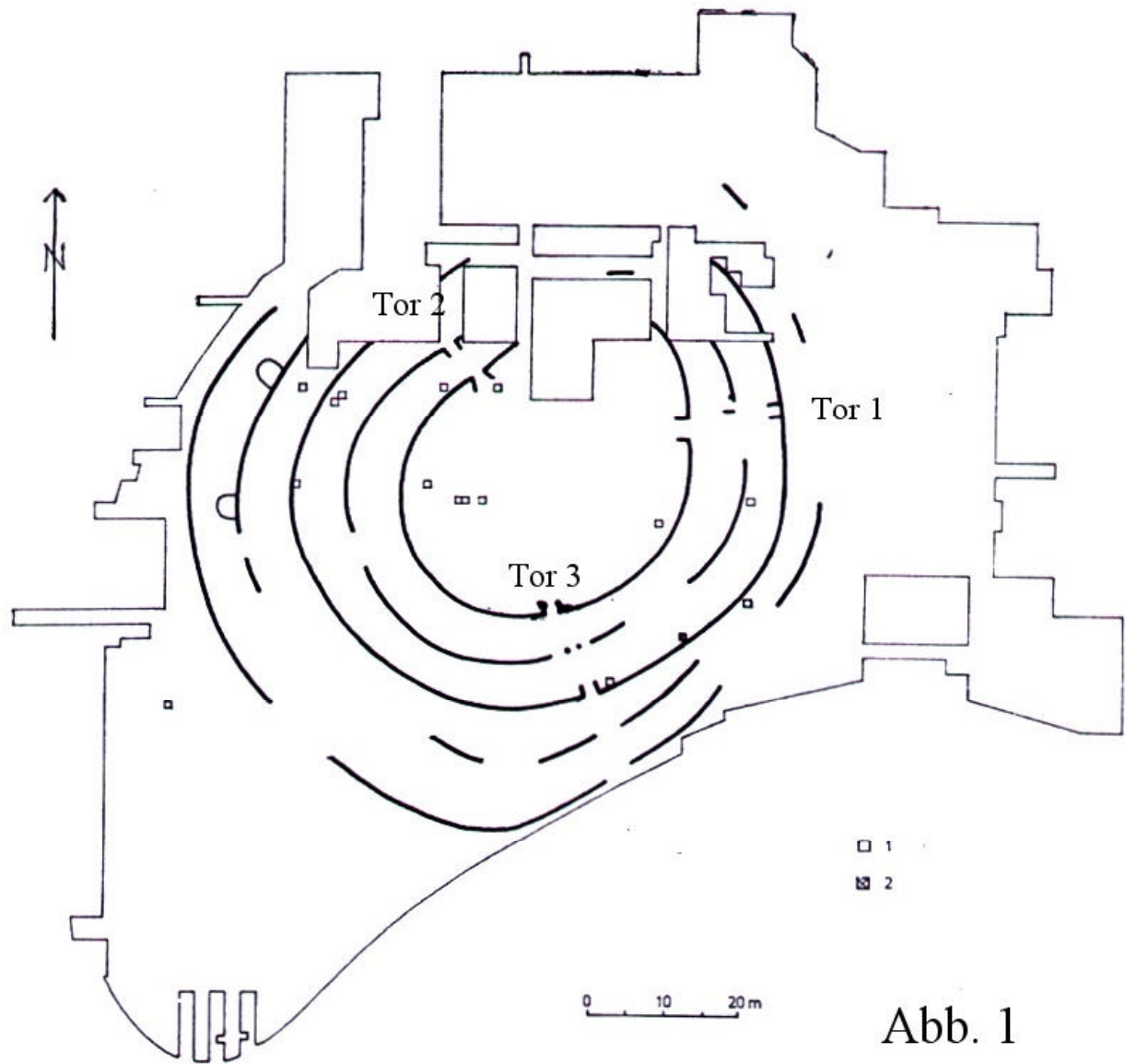
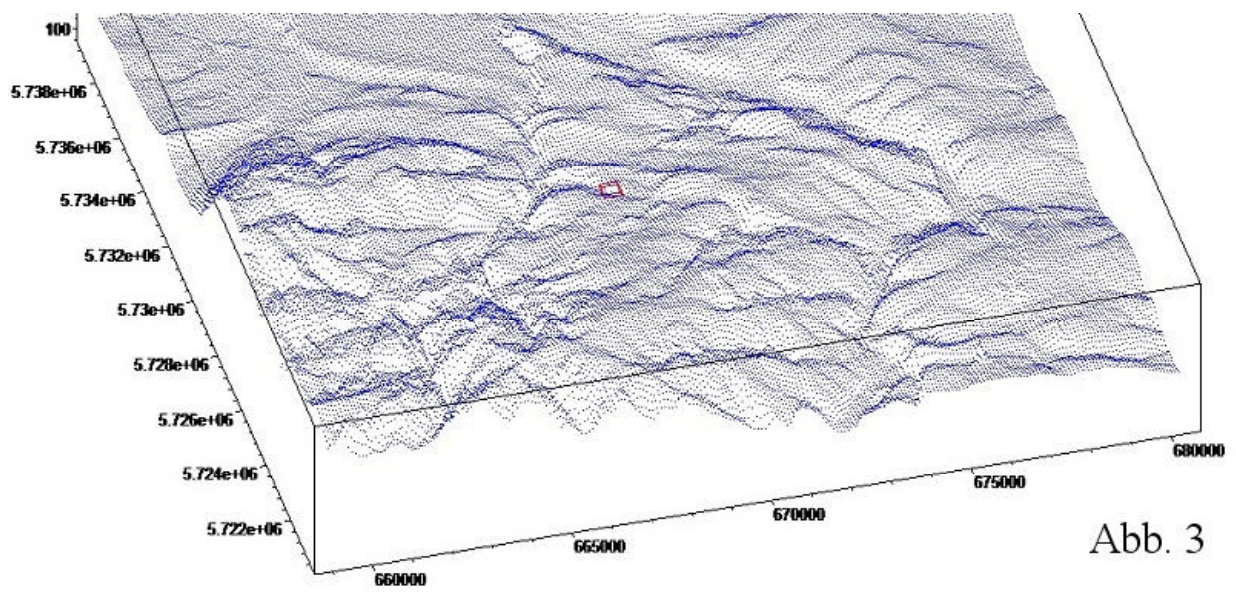
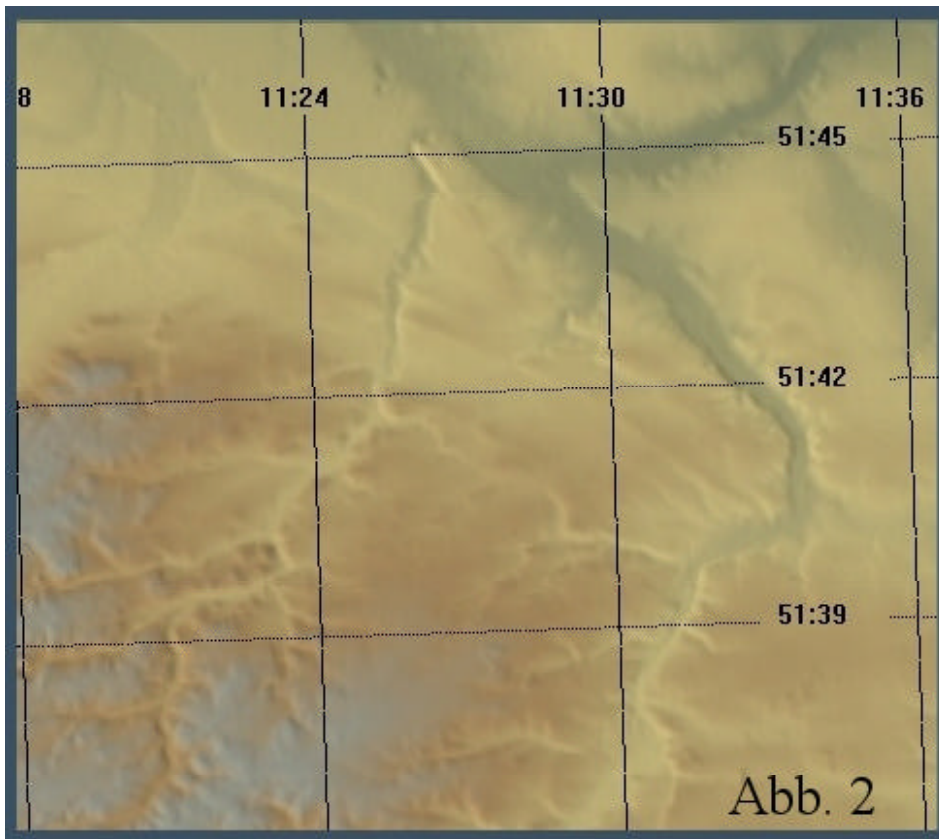


Abb. 1



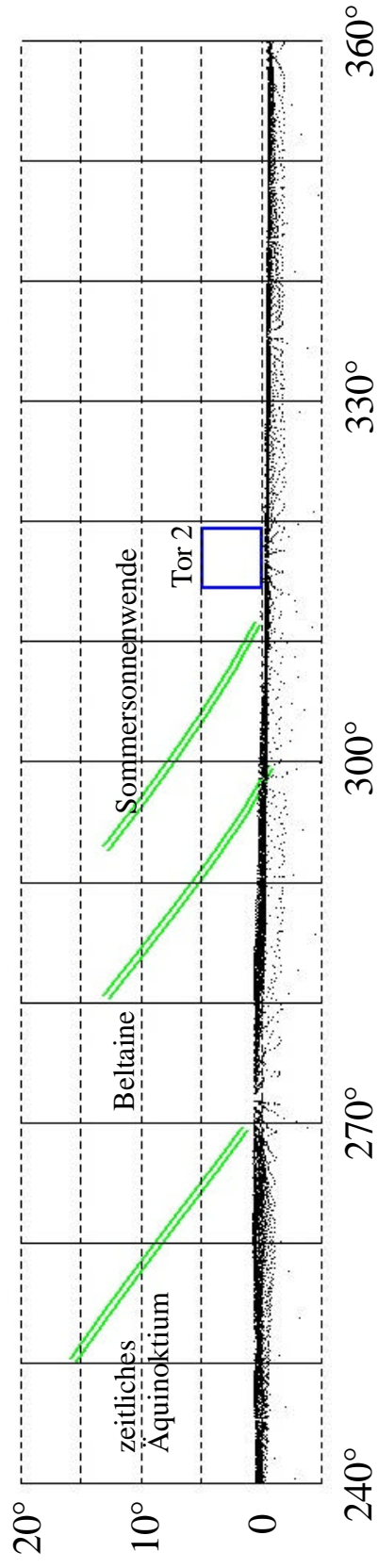
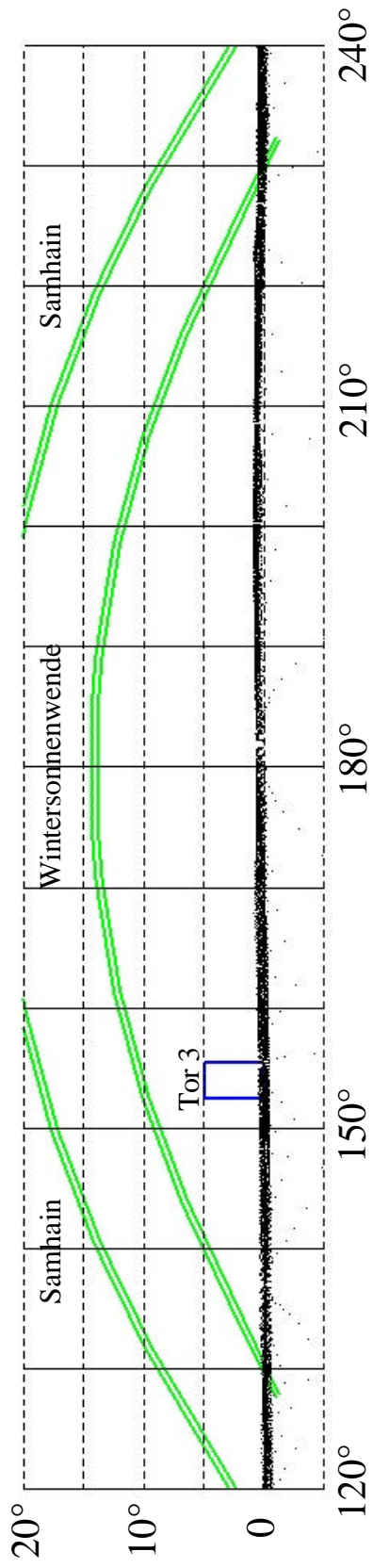
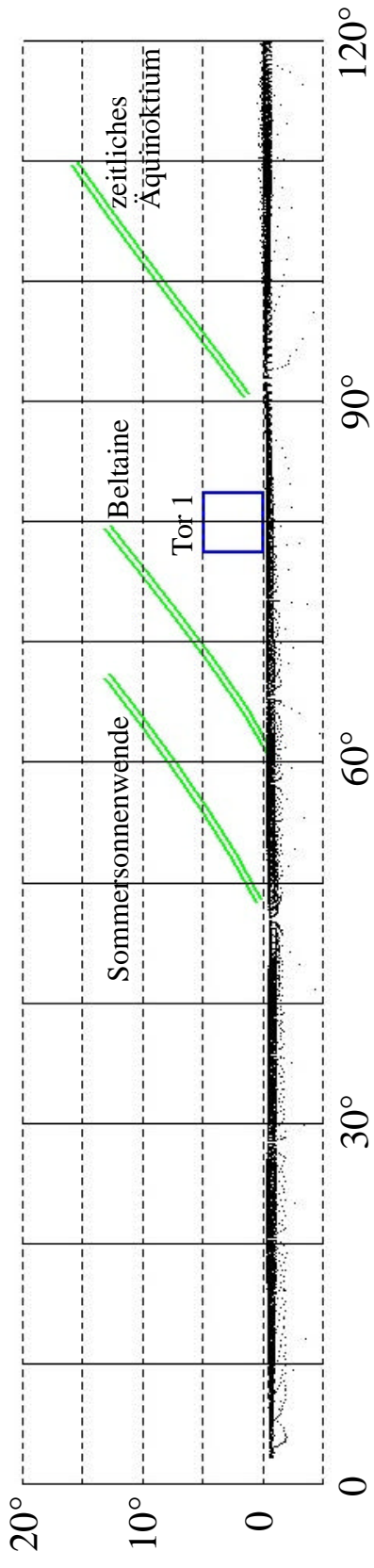


Abbildung 4

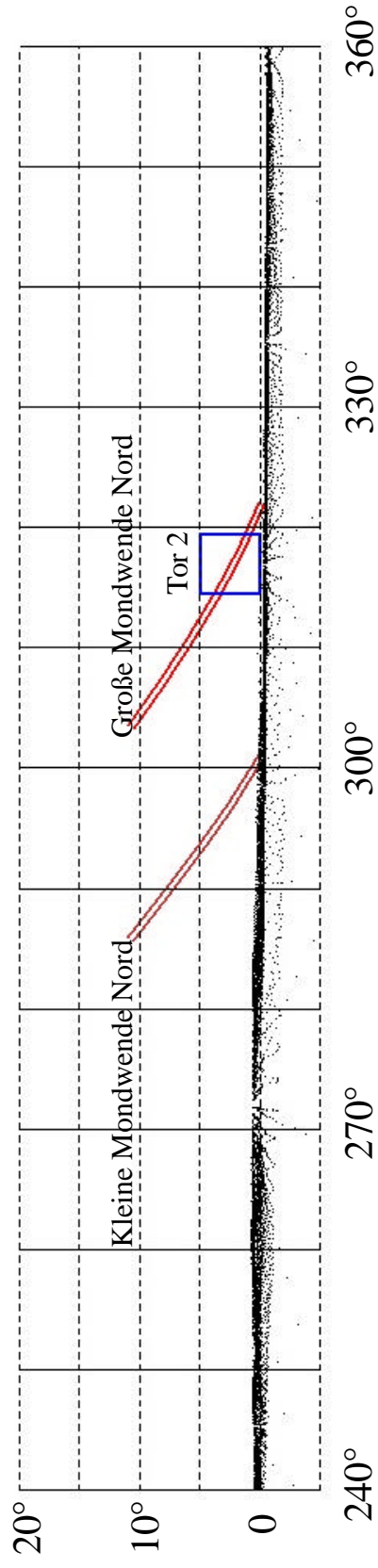
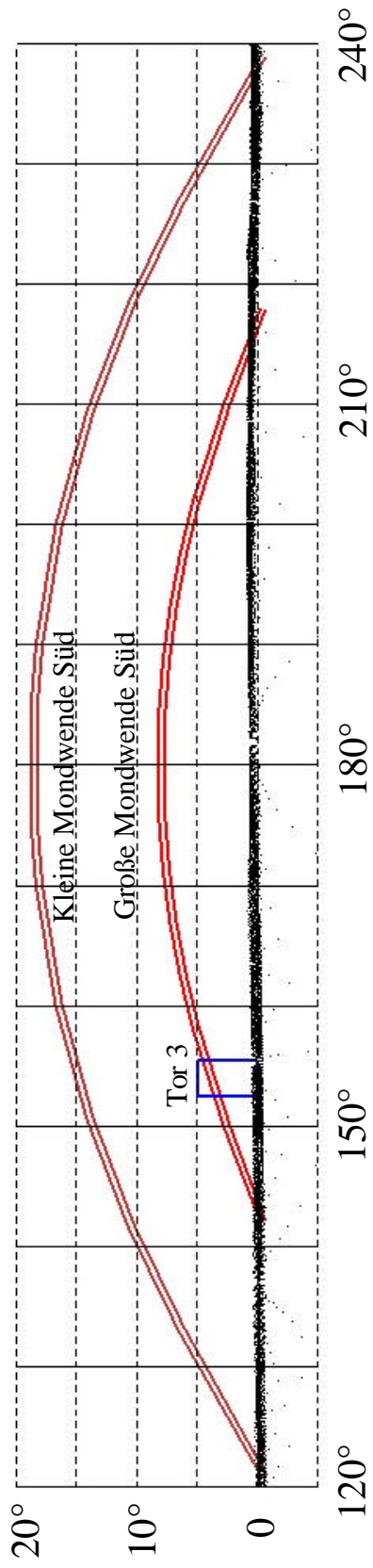
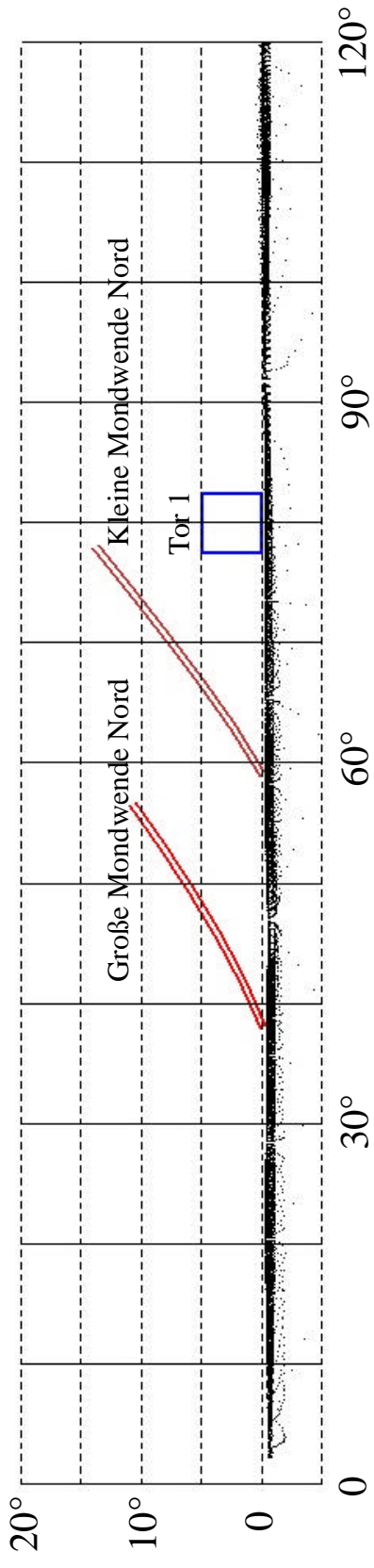
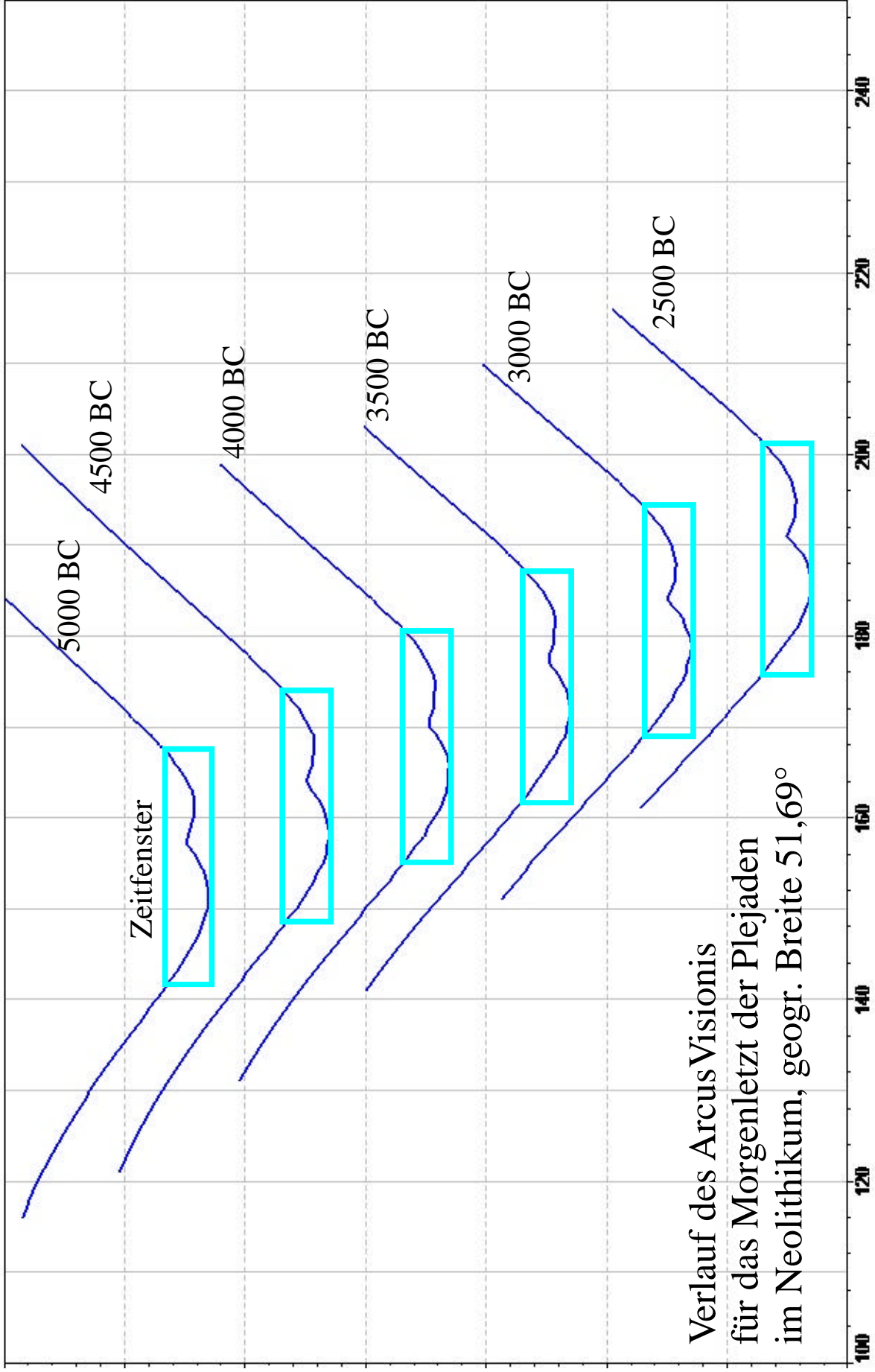


Abbildung 5



Verlauf des Arcus Visionis
für das Morgenletzt der Plejaden
im Neolithikum, geogr. Breite 51,69°

Tage nach dem Frühlingsäquinoktium

Abbildung 6

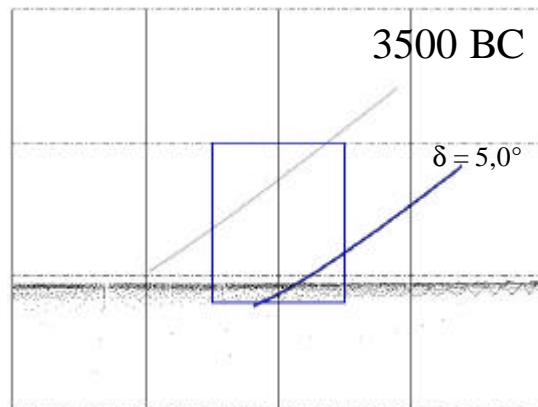
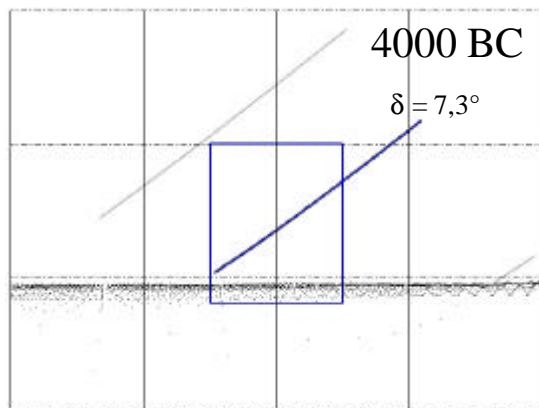
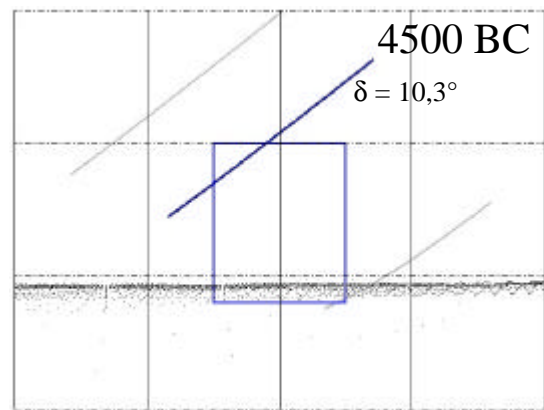
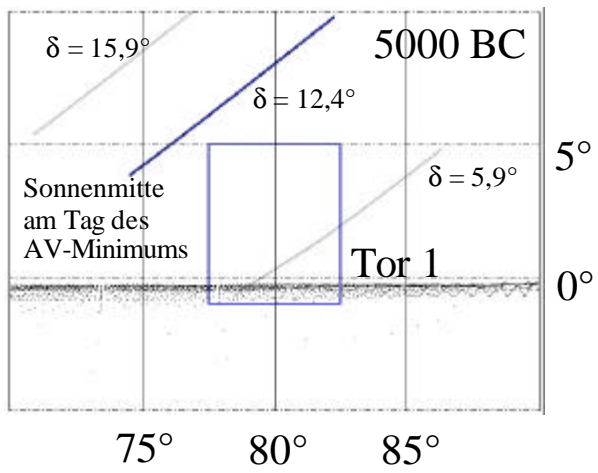


Abbildung 7

