

Die Himmelstafel von Tal-Qadi

de.wikibooks.org

15. November 2021

On the 28th of April 2012 the contents of the English as well as German Wikibooks and Wikipedia projects were licensed under Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported license. A URI to this license is given in the list of figures on page 245. If this document is a derived work from the contents of one of these projects and the content was still licensed by the project under this license at the time of derivation this document has to be licensed under the same, a similar or a compatible license, as stated in section 4b of the license. The list of contributors is included in chapter Contributors on page 243. The licenses GPL, LGPL and GFDL are included in chapter Licenses on page 259, since this book and/or parts of it may or may not be licensed under one or more of these licenses, and thus require inclusion of these licenses. The licenses of the figures are given in the list of figures on page 245. This PDF was generated by the \LaTeX typesetting software. The \LaTeX source code is included as an attachment (`source.7z.txt`) in this PDF file. To extract the source from the PDF file, you can use the `pdfdetach` tool including in the `poppler` suite, or the `http://www.pdfplabs.com/tools/pdftk-the-pdf-toolkit/` utility. Some PDF viewers may also let you save the attachment to a file. After extracting it from the PDF file you have to rename it to `source.7z`. To uncompress the resulting archive we recommend the use of `http://www.7-zip.org/`. The \LaTeX source itself was generated by a program written by Dirk Hünninger, which is freely available under an open source license from `http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Dirk_Huenniger/wb2pdf`.

Inhaltsverzeichnis

1	Die Himmelstafel von Tal-Qadi/ Druckversion	3
2	Hauptteil	5
2.1	Vorrede	8
2.2	Tal-Qadi	12
2.3	Die Kalksteintafel	19
2.4	Die Plejaden	23
2.5	Astronomische Bezugssysteme	25
2.6	Tage, Monate und Jahre	28
2.7	Schlussfolgerungen	31
2.8	Praktische Anwendung	49
2.9	Schlussbetrachtung	58
2.10	Widmung	59
2.11	Einzelnachweise	60
3	Die Plejaden	63
3.1	Die Sterne der Plejaden	63
3.2	Sichtbarkeit	67
3.3	Darstellungen im Altertum	68
3.4	Überlieferungen	75
3.5	Einzelnachweise	78
4	Astronomische Bezugssysteme	81
4.1	Der Horizont	82
4.2	Die Himmelspole	82
4.3	Der Frühlingspunkt	84
4.4	Die Ekliptik	87
4.5	Einzelnachweise	112
5	Mondzyklen	115
5.1	Mondzyklen	116
5.2	Einzelnachweise	134
6	Konjunktionen	137
6.1	Konjunktionen	137
6.2	Einzelnachweise	168
7	Zahlen	169
7.1	Zur Zwei	170
7.2	Zur Drei	173
7.3	Zur Vier	176

7.4	Zur Sieben	182
7.5	Zur Zwölf	204
7.6	Zur Neunzehn	210
7.7	Zur 27, 28, 29 und 30	210
7.8	Tonsysteme	211
7.9	Einzelnachweise	214
8	Anhang	217
8.1	Java-Programm zur Berechnung der ekliptikalen Koordinaten von Mond und Sonne	217
8.2	Dialoge zwischen Anteus und Tiro	221
9	Autoren	243
	Abbildungsverzeichnis	245
10	Licenses	259
10.1	GNU GENERAL PUBLIC LICENSE	259
10.2	GNU Free Documentation License	260
10.3	GNU Lesser General Public License	261

1 Die Himmelstafel von Tal-Qadi/ Druckversion

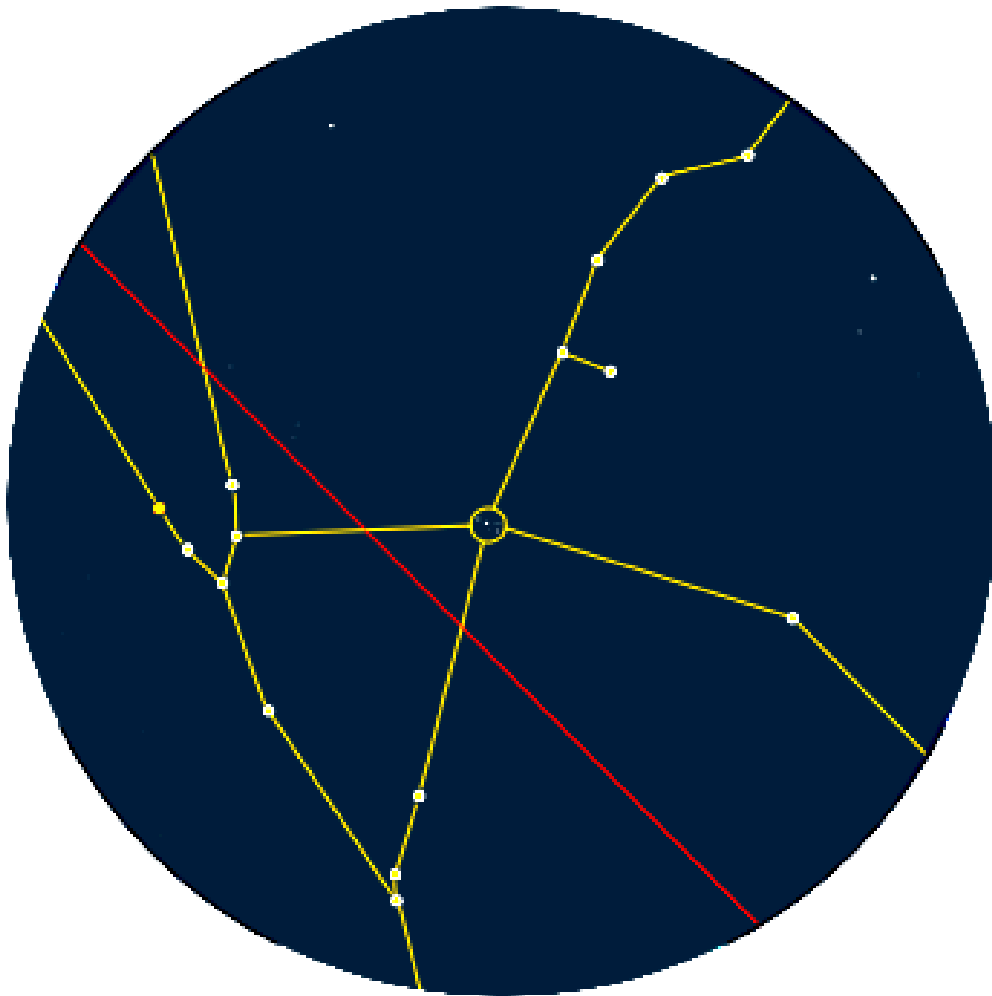


Abb. 1

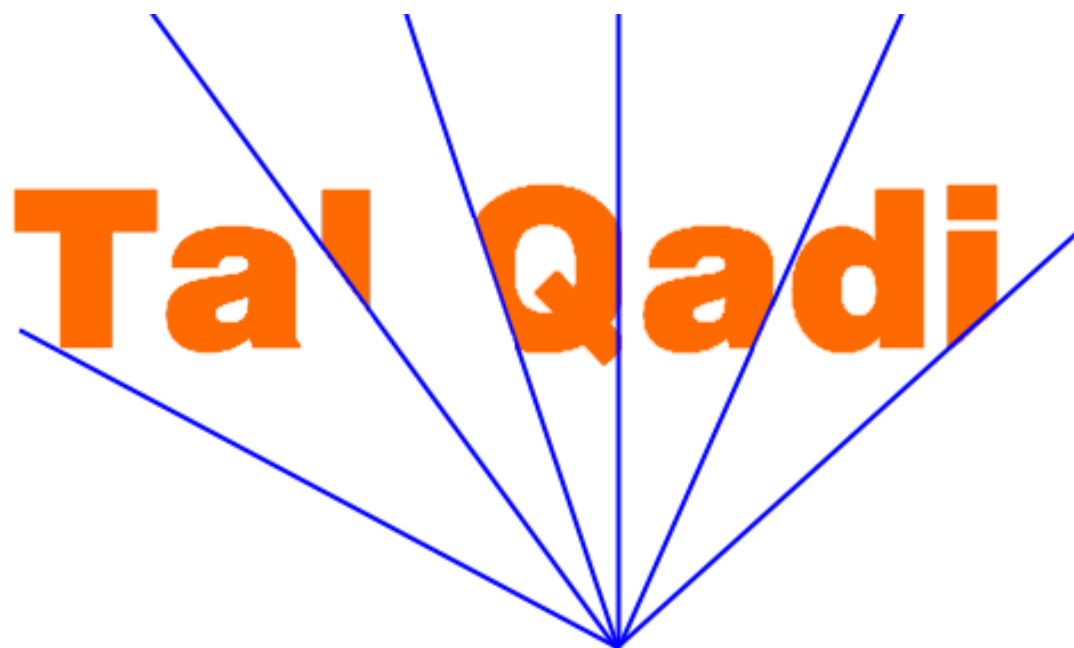


Abb. 2

Die Himmelstafel von Tal-Qadi

2 Hauptteil

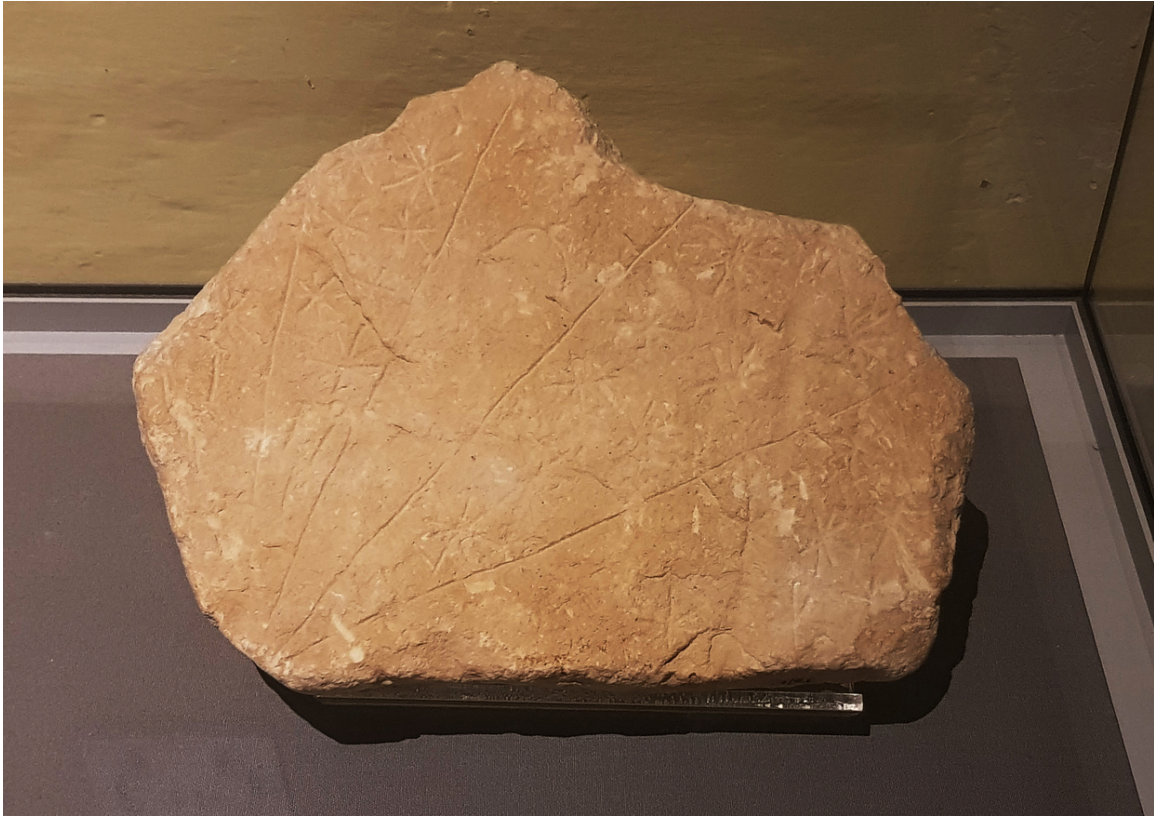


Abb. 3 Die Himmelstafel von Tal-Qadi in einer Vitrine des *National Museum of Archaeology* in Valletta (Malta).



Abb. 4 Maßstäbliche Replik der Himmelstafel von Tal-Qadi aus Buchenholz.

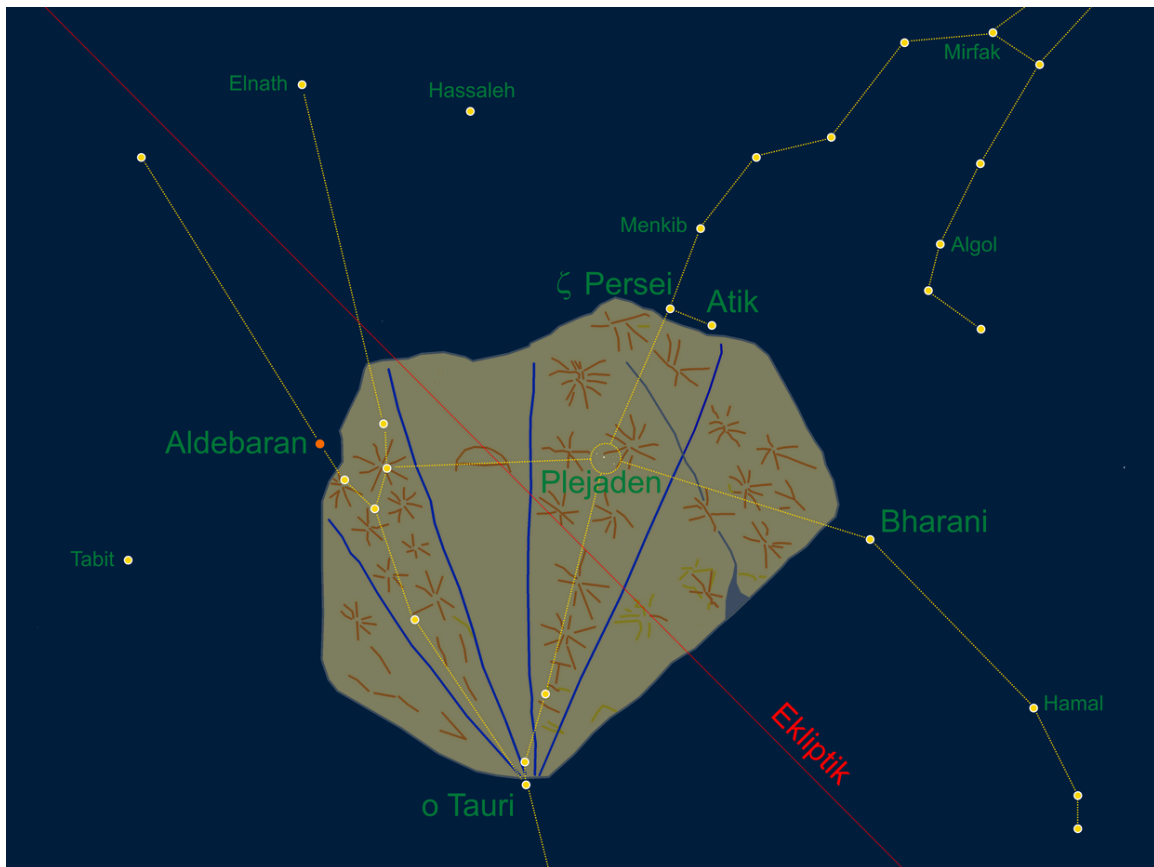


Abb. 5 In den Sternenhimmel eingepasste Himmelstafel von Tal-Qadi mit Lage der Ekliptik.

Der vorliegende Text befasst sich aus astronomischer Sicht mit dem archäologischen Fund einer zirka 4500 Jahre alten Kalksteintafel aus Malta, auf der offensichtlich ein Ausschnitt des Sternenhimmels dargestellt sein könnte.

Die beschriebenen Untersuchungen verfolgen zwei Haupthypothesen:

1. Auf der **Himmelstafel von Tal-Qadi** sind Ausschnitte des Sternenhimmels dargestellt.
2. Die fünf fächerartig dargestellten Segmente zeigen einen zusammenhängenden Ausschnitt des Sternenhimmels (von links nach rechts):
 - a) Teile des heutigen Sternbilds **Orion**.
 - b) Den Kopf des Stieres im heutigen Sternbild **Stier** (Taurus).
 - c) Der Bogen der **Ekliptik** über dem Horizont.
 - d) Den offenen Sternhaufen der **Plejaden** (das Siebengestirn).
 - e) Die hellsten Sterne, die am östlichen Horizont vor den Plejaden aufgehen.

Unabhängig von diesen unbeweisbaren Hypothesen, wird in diesem Beitrag nachgewiesen, dass die im Sternbild Stier (Taurus) am Goldenen Tor der Ekliptik ausgerichtete Himmelstafel von Tal-Qadi heute genauso wie vor Jahrtausenden unmittelbar zur Vermessung der ekliptikalen Breite von Mond und Planeten verwendet werden kann. Mit Hilfe derartiger Beobachtungen lassen sich nicht nur die siderische und drakonitische Periode des Mon-

des sowie der Meton-Zyklus bestimmen, sondern auch Sternbedeckungen sowie Mond- und Sonnenfinsternisse vorhersagen.

Die Darstellungen auf der Himmelstafel von Tal-Qadi zeigen zahlreiche Hinweise darauf, dass neolithischen Bewohner der Insel Malta über herausragende astronomische Kenntnisse und Fertigkeiten verfügten.

2.1 Vorrede

Die Sterne haben in den Mythen aller Völker und zu allen Zeiten eine herausragende Stellung innegehabt. Sie wurden häufig als sich offenbarende Erscheinungsformen beziehungsweise als die himmlischen „Standorte“ von Gottheiten betrachtet. Im Altertum und selbst noch das Mittelalter hindurch bis zur Renaissance konnte der Mensch den Nachthimmel lediglich mit bloßem Auge betrachten. Dabei konnte jedoch schon festgestellt werden, dass die ungefähr 5000 sichtbaren Fixsterne untereinander eine ewig feststehende geometrische Konstellation bilden, nur dass zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten immer ein etwas anderer Ausschnitt des Universums zu sehen ist. Während die Sterne des Fixsternhimmels für die Navigation von Seefahrern oder von Wüstenwanderern von großer Bedeutung waren, wurden die gegenüber dem Fixsternhimmel beweglichen Himmelsobjekte häufig für astrologische Ausdeutungen herangezogen.

Der Anblick unserer Galaxie in der **Milchstraße**, der benachbarten **Andromedagalaxie** oder offener Sternhaufen, allen voran der **Plejaden (Messier 45)**, aber auch der **Hyaden**, der **Krippe (Praesepe, Messier 44)** oder des **Doppelsternhaufens η Persei** und **χ Persei**, wurde sicherlich immer schon als besonders und geheimnisvoll erfahren. Auch hell und farbig leuchtende Sterne wie die Roten Riesen **Aldebaran**, **Antares**, **Arktur**, **Beteigeuze** oder **Pollux** sowie bläuliche Sterne wie **Spica** oder **Wega** oder der hellste und somit am stärksten farbig szintillierende Stern **Sirius** waren schon immer besonders auffällig. Die hellsten Fixsterne sind an wenigen Händen abzählbar und konnten nicht nur verhältnismäßig leicht ins Gedächtnis eingepägt werden, sondern erhielten zur Identifikation oder für die Kommunikation mit anderen Menschen sogar Eigennamen.

Zu den besonderen, jedoch weitgehend unregelmäßigen Erscheinungen am Fixsternhimmel zählen neben Meteoren auch Supernovae und Kometen. Im Mittel war in den letzten 2000 Jahren ungefähr alle 200 Jahre eine Supernova mit bloßem Auge zu sehen. Der Komet Halley ist in China bereits im Jahr 240 vor Christus belegt.^[1] Der vorletzte Periheldurchgang des langperiodischen Kometen C2020 F3 (NEOWISE) dürfte beispielsweise während der Tarxien-Phase der Insel Malta stattgefunden haben.

Es gab immer wieder auch heute oft noch unvorhersagbare Ereignisse, wie das Auftreten von Novae, Kometen oder Sternschnuppen, die sicherlich mythisch verarbeitet wurden. Beim Betrachten des Nachthimmels fiel den ersten Menschen gewiss schon auf, dass **sieben besondere Wandelgestirne** sich mehr oder weniger regelhaft und immerwährend gegenüber dem Fixsternhimmel bewegen, allen voran die **Sonne** und der **Mond**, aber auch die fünf Planeten **Merkur**, **Venus**, **Mars**, **Jupiter** und **Saturn**.

→ Siehe auch Exkurs **Zur Sieben**¹.

¹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Zur_Sieben

Im Laufe der Zeit ziehen die Wandelgestirne entlang der Ekliptiklinie einmal mehr und einmal weniger dicht an Fixsternen vorbei und ziehen dabei auch durch Asterismen, bei denen von den Beobachtern sicherlich schon seit vielen Jahrtausenden benachbarte Sterne geometrisch in Verbindung gebracht wurden, um sie leichter wiedererkennen zu können.

→ Siehe auch Exkurs **Die Ekliptik**².

Manchmal treffen sich sogar zwei oder sogar mehrere von diesen Wandelgestirnen bei einer **Konjunktion** scheinbar an einer Stelle des Himmels. Auch deren scheinbare Begegnung mit ekliptiknahen Sternen oder sogar deren Bedeckung hat immer wieder die Aufmerksamkeit von Beobachtern erregt. So erwähnt zum Beispiel Aristoteles (* 384 vor Christus; † 322 vor Christus) in seiner Schrift „Meteorologikón“ (altgriechisch: *Μετεωρολογικῶν*), dass er die scheinbare Verschmelzung vom Planeten Jupiter und einem Stern im Sternbild Zwillinge (Gemini) beobachtet hat, ohne dass dabei ein Komet entstanden sei.

Auf der geografischen Breite von Malta gibt es aufgrund des trockenen und ausgeglichenen Klimas gute astronomische Beobachtungsbedingungen. Dort konnten regelmäßig Mondfinsternisse, aber immer wieder auch totale Sonnenfinsternisse beobachtet werden, wie zum Beispiel mit hoher Wahrscheinlichkeit die Sonnenfinsternis in den Morgenstunden vom 18. Mai 2146 vor Christus.^[2]

→ Siehe auch Exkurs **Konjunktionen**³.

Leider sind nicht viele solcher astronomischer Ereignisse und Sachverhalte schriftlich festgehalten worden, oder sie harren noch ihrer Entdeckung und Entschlüsselung. Es darf aber davon ausgegangen werden, dass in interessierten und unterrichteten Kreisen eine mündliche Tradierung von Wissen stattfand, sicherlich auch in den mehr oder weniger geheimen Kreisen von Priestern oder zum Beispiel auch bei den Kelten, die lange Zeit keine Schriftzeichen verwendeten. Auch schon lange bevor die Notenschrift mit adiastematischen Neumen erfunden wurde, konnten komponierte Melodien über viele Generationen weitergegeben werden. Durch den Vergleich der frühen Handschriften von geographisch weit entfernten Orten ergibt sich, dass die Reproduktion dieser Melodien aus der Erinnerung der Schreiber erstaunlich zuverlässig funktioniert hat. Verschiedene Urfassungen der Odyssee von Homer wurden jahrhundertlang durch Sänger vorgetragen und rein mündlich überliefert. Im Mittelalter konnten viele Mönche alle 150 Psalmen des Psalters auswendig rezitieren. Aus der Tatsache, dass nirgends aufgeschrieben wurde, dass die spätmittelalterlichen Folianten für den Gebrauch im Chor von Kirchen so groß beschriftet werden mussten, damit nicht nur mehrere Sänger gleichzeitig, sondern auch altersweitsichtige Sänger aus größerer Distanz die Texte und Noten überhaupt noch lesen konnten, kann nicht geschlossen werden, dass dies keine Rolle gespielt hat. Für solche Analysen müssen möglichst viele Indizien ermittelt und Hypothesen geprüft werden, ohne dass letztlich ein Beweis erbracht werden kann. Umgekehrt darf natürlich auch bei bekannten Schriftzeugnissen nicht immer davon ausgegangen werden, dass sie Tatsachen entsprechen - sie können unzuverlässiger sein als eine mündliche Überlieferung.

Die intelligenten Menschen des Altertums waren sicherlich nicht wesentlich weniger verständlich als wir es heute sind, sie wussten damals nur erheblich weniger über abstrakte

² https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme#Die_Ekliptik

³ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Konjunktionen

Zusammenhänge in der Natur. Das scheinbar merkwürdige, mystische und damals noch völlig unerklärliche Verhalten der Wandelgestirne fesselte mit Gewissheit schon im Altertum einige unserer Vorfahren, und viele Mythen sind daraus schließlich erwachsen. Erst viel später in der Neuzeit konnten die physikalischen Zusammenhänge in der Himmelsmechanik gefunden und beschrieben werden. Durch die Erfindung des optischen Fernrohrs vor gut 300 Jahren erfolgte ein sprunghafter Erkenntnisgewinn. Aber auch durch die natürliche Betrachtung der Verhältnisse am Himmel konnten bereits lange vorher zahlreiche beachtenswerte Sachverhalte erkannt und sogar für nützliche Vorhersagen verwendet werden. Diese reale Weltanschauung hatte zusammen mit dem über Generationen überlieferten Wissen der Vorfahren gewiss einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung von Gemeinschaften, sei es, dass Kalender implementiert wurden oder mythischer Glaube zu Religionen zusammengeführt wurde oder beides in Kombination passierte.

Zwischen den Disziplinen **Astronomie** (altgriechisch *ἄστρον* und *νόμος* = *Sterngesetz*) und **Astrologie** (altgriechisch *ἄστρον* und *λόγος* = *Sternlehre*) gab es im Altertum selbst bis zur Renaissance noch gar keinen Unterschied. Durch die langfristige und regelmäßige Beobachtung des Sternenhimmels ergab sich ein Erkenntnisgewinn, und nur hierdurch entstand die Möglichkeit, Kalender zu führen oder bestimmte Konstellationen vorhersagen zu können. Daraus konnten sich ein entsprechendes mathematisches Vorstellungsvermögen und eine geometrische Ordnung entwickeln, die für lange Zeit allerdings nur weitgehend mündlich überliefert wurden und denen heute nur mühsam und freilich immer nur unvollkommen in den zahlreichen verschiedenen Traditionen nachgespürt werden kann. Es ist in diesem Kontext wenig verwunderlich, dass die **Astronomie** im Mittelalter zusammen mit der **Arithmetik**, der **Geometrie** und der **Musik** zu den vier freien Künsten des **Quadriviums** gehörte.

→ Siehe auch **Quadriviale Kuriositäten**⁴.

Die Vorgänge am Himmel sind in der Tat nach wie vor recht abstrakt und komplex sowie nur mit umfassendem Vorwissen zu verstehen und miteinander in Bezug zu bringen. Leider geht dieses Wissen heute zunehmend verloren, da der Nachthimmel durch die starke **Lichtverschmutzung** kaum noch eine umfassende und regelmäßige Beobachtung zulässt, so dass das Interesse an diesen Vorgängen entsprechend abnimmt. Vielleicht tragen diese Ausführungen hier dazu bei, dass dieses Interesse geweckt wird oder bereits vorhandene Kenntnisse vertieft werden können.

Die **Archäoastronomie** ist eine vergleichsweise junge Wissenschaft, die sich insbesondere im deutschsprachigen Raum noch kaum etablieren konnte. Eventuell tragen die hier dargestellten Ergebnisse auch dazu bei, diese Disziplin ein wenig voran zu bringen sowie interessierten Kreisen die astronomischen Grundlagen für die Einordnung von archäoastronomischen Sachverhalten näher zu bringen und hierfür wichtige Aspekte darzustellen. Diese Abhandlung legt den Schwerpunkt daher weniger auf die archäologischen Aspekte des Fundes, sondern stellt vielmehr den Versuch dar, die Darstellungen auf der Steintafel ausgehend von den bisherigen Befunden aus astronomischer, geometrischer und geographischer Sichtweise zu interpretieren. Eventuell kann sie dazu beitragen, den Fund in einen erweiterten Kontext einzuordnen.

⁴ https://de.wikibooks.org/wiki/Quadriviale_Kuriosit%C3%A4ten

Anhand der seit Jahrtausenden ohne Fernrohre in freier Natur zu beobachtenden Himmelserscheinungen konnten in der Astronomie bereits viele grundlegende Sachverhalte erkannt und miteinander in Bezug gebracht werden. Der Dichter **Johann Wolfgang von Goethe** hat 1816 in seinem Werk *Künstlers Apotheose* unter der Überschrift „Ein Liebhaber zum Schüler“ den Kern dieser Betrachtungsweise wunderbar zum Ausdruck gebracht:

Mein Herr, mir ist verwunderlich,

Dass Sie hier Ihre Zeit verschwenden

Und auf dem rechten Wege sich

Schnurstracks an die Natur nicht wenden;

Die Natur ist aller Meister Meister !

Sie zeigt uns erst den Geist der Geister,

Lässt uns den Geist der Körper sehn,

Lehrt jedes Geheimnis uns verstehn.

Ich bitte, lassen Sie sich raten !

Was hilft es, immer fremden Taten

Mit größter Sorgfalt nach zu gehn ?

Sie sind nicht auf der rechten Spur;

Natur, mein Herr ! Natur ! Natur !

2.2 Tal-Qadi



Abb. 6 Lage der Insel Malta im Mittelmeer.

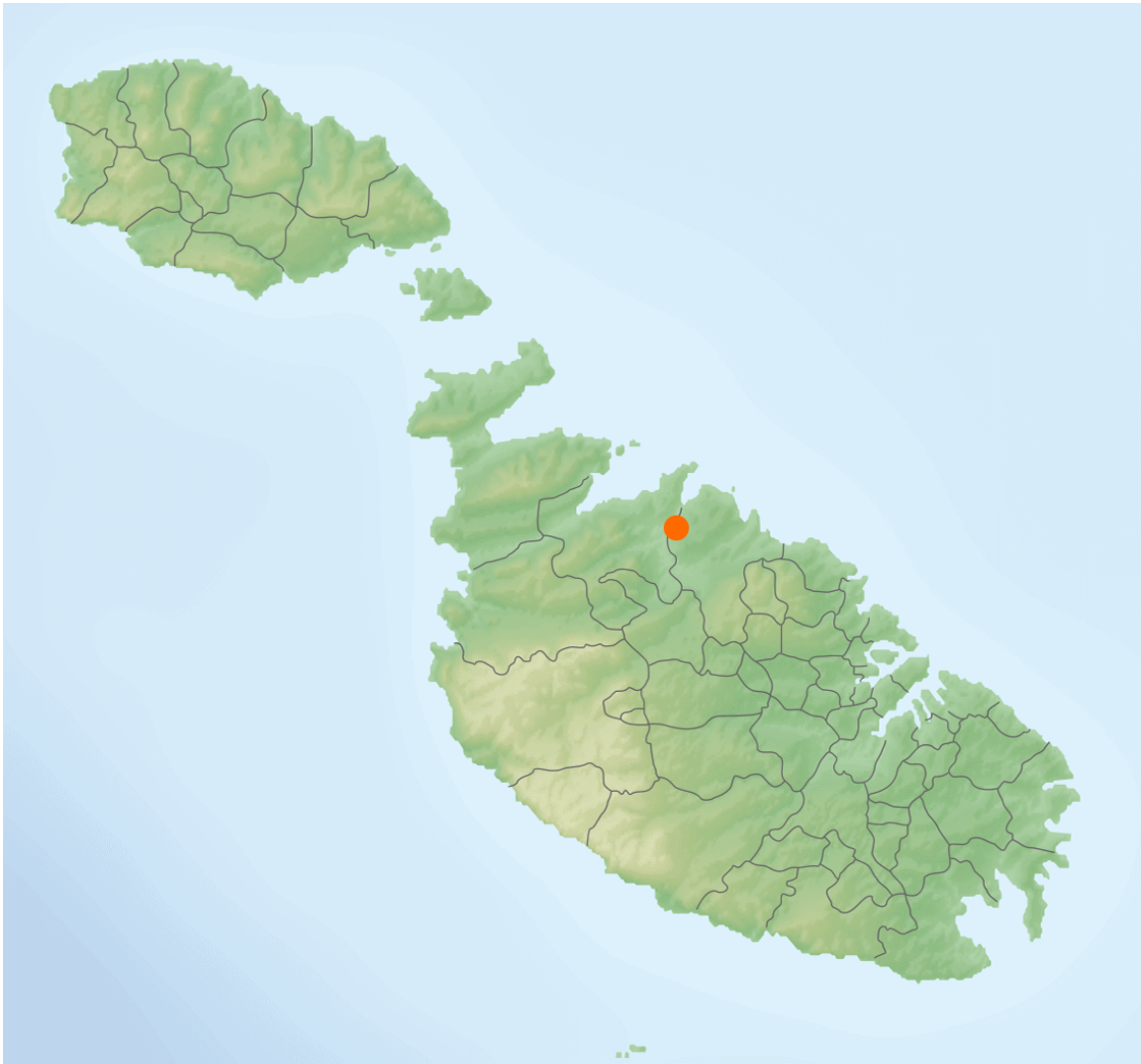


Abb. 7 Reliefkarte von Malta mit der Lage von Tal-Qadi (35° 46,2'Nord, 14° 25,2'Ost).



Abb. 8 Stark zerstörter und verfremdeter Zustand der Ruine von Tal-Qadi im Jahr 2014.

Die Tempelanlage von **Tal-Qadi** liegt zehn Kilometer nordwestlich der maltesischen Hauptstadt **Valletta** im nördlichen Teil der Inselrepublik in der Nähe der heutigen Kleinstadt *Sàn Pawl il-Baħar*. Die Lage ist bei 35°56'12" nördlicher Breite und 14°25'14" östlicher Länge. Die Höhe über dem Meeresspiegel des Mittelmeers beträgt rund 16 Meter.

Die Besiedlung von Malta lässt schon ungefähr 5200 vor Christus nachweisen. 1400 Jahre später, also etwa ab 3800 vor Christus begannen die Menschen der maltesischen Megalith- und Tempelkultur, für das unterirdische *Hypogäum von Hal-Saflieni* Felsen auszuhöhlen. Aus großen Steinblöcken wurden erste Kultplätze errichtet.

Der Ort Tal-Qadi auf Malta wurde bereits 4000 vor Christus von Menschen genutzt. Die ersten Tempelgebäude von Tal-Qadi wurden zwischen 3300 und 3000 vor Christus gebaut und waren danach für mehrere Jahrhunderte in Gebrauch. Gleichzeitig mit dem Tempelgebäude in Tal-Qadi existierten auch schon die bekannten an der südlichen Küste von Malta gelegenen Tempelanlagen von **Mnadjdra**⁵ und von **Ġgantija**⁶ auf der direkt benachbarten Insel **Gozo**.

5 <https://de.wikipedia.org/wiki/Mnadjdra>

6 <https://de.wikipedia.org/wiki/%C4%A0gantija>

2.2.1 Tarxien

Die über 500-jährige Periode um 3000 bis 2500 vor Christus wird die **Tarxien-Phase** der Insel Malta mit ihren beiden kleineren Nachbarinseln Gozo und Comino genannt. Sie ist nach dem zirka 13 Kilometer weiter südöstlich von Tal-Qadi gelegenen Ort Tarxien (Aussprache [ˈtarʃien] mit „sch“, auf Maltesisch [tarˈʃr:n]) benannt, in dem - wie auch an vielen weiteren Orten auf der Insel - Tempel errichtet worden waren. Aus dieser Zeit stammt auch das Hypogäum von Hal-Saffieni⁷, in welchem die sterblichen Überreste von mehreren tausend Menschen gefunden wurden. Mit dem Ende der Tarxien-Phase brach der Tempelbau auf Malta abrupt ab.

Während der Anfangszeit der maltesischen Tarxien-Phase wurden im Süden Ägyptens Darstellungen von Schiffen in Stein gemeißelt, und aus dem Ägypten dieser Zeit ist auch die Darstellung eines Segels auf einer Keramik bekannt. Das älteste erhaltene Schiff ist die mit Rudern angetriebene, 40 Meter lange Cheops-Totenbarke aus Zedernholzplanken von 2565 vor Christus. Die Ägypter blieben mit ihren Schiffen allerdings wohl eher auf dem Nil und in Küstennähe.

Malta ist jedoch nur gut 200 Kilometer von der nordafrikanischen Küste entfernt, so dass es sich bei der Insel um eines der ersten Ziele der nordafrikanischen Hochseeschifffahrt im Mittelmeer gehandelt haben könnte. Die Minoer auf Kreta drangen im zweiten vorchristlichen Jahrtausend mit ihren Schiffen weit in den Westen vor, wo sie ebenfalls bis nach Malta gekommen sein könnten.^[3]

Der Wahlspruch der Einwohner von Tarxien soll auch heute noch „**Tyrrii Genure Coloni**“ lauten, was so viel bedeutet wie „Tyrische Siedler haben (uns) hervorgebracht“ und was sich auf die uralte Stadt **Tyros** in **Phönizien** bezieht, die heute an der südlichen Küste des Libanons liegt und spätestens im 15. vorchristlichen Jahrhundert von Seefahrern bevölkert war, von denen leider nicht viel überliefert ist. Der römische Dichter Vergil⁸ hat im ersten Buch seiner Aeneis mit „**Tyrrii tenuere coloni**“ eine sehr ähnliche Formulierung für die Gründung der afrikanischen Küstenstadt Karthago durch die Tyrer verwendet.^[4]

Der große Schriftprophet Hesekiel schreibt in seinem 27. Kapitel über das prächtige Schiff **Tyros**:^[5]

4 Im Herzen der Meere liegt dein Gebiet. Vollendet schön schufen dich deine Erbauer.

...

6 Deine Ruder machten sie aus Terebinthen vom Baschan, dein Deck aus Elfenbein und Eschenholz von den Inseln der **Kittäer**.

7 ... Deine Planen waren aus violetterem und rotem Purpur von den Küsten **Elischas**.

8 ... Deine Weisen, **Tyros**, waren bei dir. Sie waren deine Seeleute.

⁷ https://de.wikipedia.org/wiki/Hypog%C3%A4um_von_%C4%A6al-Saffieni

⁸ <https://de.wikipedia.org/wiki/Vergil>

...

12 **Tarschisch** kaufte bei dir wegen der Fülle all deiner Güter; Silber, Eisen, Zinn und Blei gaben sie für deine Waren.

13 **Jawan**, Tubal und Meschech, sie waren deine Händler. Menschen und Kupfergeräte gaben sie für deine Handelswaren.

...

15 ... Viele **Inseln** standen als Kaufleute an deiner Seite; als Abgaben brachten sie dir Elfenbein und Ebenholz.

...

25 Die Schiffe von **Tarschisch** dienten dir als Karawanen für deine Waren. So fülltest du dich, wurdest schwer beladen im Herzen der Meere.

26 Über gewaltige Wasser brachten dich deine Ruderer. Da zerbrach dich der Ostwind im Herzen der Meere.

Auf der Insel Malta befand sich im Altertum eine hochentwickelte Kultur, die sicherlich auch in vielen anderen Küstenregionen des Mittelmeers bekannt war. Der legendäre in der Bibel mehrfach erwähnte und im Mittelmeer vermutete Ort **Tarschisch** (auch *Tarsis* oder *Tharsis*) hat einen sehr ähnlichen Wortstamm wie „Tarxien“.

Die vier Söhne des Enkels **Jawan** vom Urvater Noach hießen zur Zeit der Tarxien-Phase **Elischa**, **Tarschisch**, die **Kittäer** und die **Rodaniter**.^[6]

„Von ihnen trennten sich die **Inseln** der Völker in ihren verschiedenen Ländern,

jedes nach seiner Sprache, gemäß ihren Sippenverbänden, innerhalb ihrer Völker.“

Die von Noachs Urenkel Kittim abstammenden **Kittäer** werden mit dem Königreich Kition auf der Mittelmeerinsel Zypern, und die **Rodaniter** werden auch mit der östlich gelegenen und viertgrößten griechischen Insel Rhodos in Verbindung gebracht. Bei einer Inschrift des Königs Assurhaddon (7. vorchristliches Jahrhundert) aus dem Assyrischen Reich in Mesopotamien heißt es:^[7]

*„Alle Könige, die mitten im Meere wohnen,
von Iadanana (Zypern) und Iaman (Griechenland) an bis nach **Tarsisi**,*

unterwarfen sich unter meine Füße.“

Die Seefahrer aus Tarschisch sollen laut dem Ersten Buch der Könige im 10. vorchristlichen Jahrhundert mit Edelmetallen und auch mit afrikanischen Waren gehandelt und diese bis nach Israel geliefert haben:^[8]

Einmal in drei Jahren kam die Tarschischflotte und brachte Gold, Silber, Elfenbein, Affen und Pfauen.

Das hinter der Meerenge von Gibraltar am äußersten westlichen Ende des Mittelmeers gelegene Tartessos wird manchmal in Verbindung mit diesem Ort gebracht. Malta liegt vom östlichen Rand des Mittelmeers aus gesehen nur auf halbem Weg bis nach Tartessos, Malta ist die nächste Insel westlich von Zypern und Kreta, der südlich gelegenen und größten der griechischen Inseln, und Malta ist vom östlichen Ende des Mittelmeers aus mit einem Schiff somit erheblich einfacher und früher erreichbar gewesen als das westliche Ende des Mittelmeers. Die von Malta aus nicht weit entfernte afrikanische Küstenstadt Tunis bestand bereits vor dem Eintreffen der ersten phönizischen Seefahrer, Händler und Siedler im 9. Jahrhundert vor Christus, die dort damals die nahegelegene Küstenstadt Karthago gegründet haben.

Auch die im zehnten Vers des 72. Psalms erwähnten „**Könige von Tarschisch**“^[9]

Die Könige von Tarschisch und von den Inseln bringen Gaben

und der geplante Fluchtort des Propheten Jona werden mit von Vorderasien aus gesehen weit westlich gelegenen Orten in einem großen Meer in Verbindung gebracht:^[10]

Jona machte sich auf den Weg; doch er wollte nach **Tarschisch** fliehen, weit weg vom HERRN.

Er ging also nach Jafo hinab und fand dort ein Schiff, das nach **Tarschisch** fuhr.

Er bezahlte das Fahrgeld und ging an Bord, um nach **Tarschisch** mitzufahren, weit weg vom HERRN.

Es ist naheliegend, den Ort *Tarschisch* mit dem Ort Taxien und *die Inseln* mit der Insel Malta und den Mittelmeerinseln in deren nördlicher und westlicher Umgebung zu identifizieren, namentlich mit Sizilien, Sardinien, Korsika oder eventuell sogar den Balearen.

2.2.2 Bezüge der Tempelanlage zum Himmelssystem

Aus der Archäologie sind verschiedene Beispiele bekannt, wie im Altertum mit Hilfe von ausgerichteten Gebäuden Himmelsrichtungen ermittelt sowie die Auf- und Untergänge von Gestirnen bestimmt und vorhergesagt werden konnten. Genannt seien exemplarisch die Kreisgrabenanlage von **Goseck** in Sachsen-Anhalt (4900 vor Christus)^[11], die Tempelanlagen in **Mnajdra** auf Malta (um 3500 vor Christus), die Himmelscheibe von **Nebra** (um 2000 vor Christus) oder das **Belchen-System** der Kelten in den Vogesen, bei dem vom Elsäasser Belchen aus gesehen die vier anderen, weiter östlich gelegenen Belchen der Region in Bezug auf die Sonnenaufgänge eine Kalenderfunktion haben.^[12] Der älteste bekannte Sonnenkalender Europas aus der Jungsteinzeit soll sich in der Höhle von **Magura** im äußersten Nordwesten Bulgariens beziehungsweise des Balkangebirges befinden.^[13]

→ Siehe auch **Die Höhlenmalerei in der Magura-Höhle**⁹.

Von der Tempelruine Tal-Qadi aus gesehen befindet sich in Richtung Westen (bei einem Azimut von 270 Bogengrad, die Richtung zum Sonnenuntergang bei der Tag-und-Nacht-Gleiche im Frühjahr und im Herbst) die gut erkennbare Schneise eines natürlichen Tals, in Richtung Osten liegt ein über 50 Meter hoher Hügel, der den Horizont verdeckt.

Der Ätna auf Sizilien ist bei guten Sichtverhältnissen in nördlicher Richtung über die in anderthalb Kilometer Entfernung befindliche schmale Bucht mit Salinen östlich von Sàn Pawl il-Baħar in gut 200 Kilometern sichtbar. Nur in dieser Richtung ist das Mittelmeer von der Tempelanlage aus von einem um einige Meter erhöhten Standpunkt zu sehen. Für die Orientierung am Nachthimmel war und ist in der nördlichen Hemisphäre der Himmelsnordpol ein wichtiger Bezugspunkt. Der Polarstern war im Altertum wegen der Präzession der Erdachse noch nicht an der Stelle des Himmelsnordpols und konnte daher nicht unmittelbar zur Bestimmung der Nordrichtung herangezogen werden. Diese kann von der Tempelanlage aus allerdings leicht durch die Anvisierung der Meeresbucht in Richtung des Ätna identifiziert werden. Dies war umso einfacher, wenn der Vulkan aktiv war und eine große, weit sichtbare Rauchsäule erzeugte, und sogar nachts, wenn die entsprechende Feuersäule wahrnehmbar war. Derartige Ereignisse sind in den Überlieferungen aus dem Altertum zur geographischen Orientierung belegt, wie zum Beispiel beim Auszug der Israeliten aus der Sklaverei des Pharaos in Ägypten etwa zwischen 1500 und 1000 vor Christus (vergleiche Exodus 13,21+22):
[14]

21 Der HERR zog vor ihnen her,

bei Tag in einer Wolkensäule, um ihnen den Weg zu zeigen,

bei Nacht in einer Feuersäule, um ihnen zu leuchten.

So konnten sie Tag und Nacht unterwegs sein.

22 Die Wolkensäule wich bei Tag nicht von der Spitze des Volkes

und die Feuersäule nicht bei Nacht.

Die Ausrichtung der Tempelanlage von Westen nach Osten ist im Vergleich zu allen anderen maltesischen Tempelanlagen außergewöhnlich, da diese größtenteils entlang der Hauptachse der Insel von Nordwesten nach Südosten ausgerichtet sind. In Nord-Süd-Richtung hatte das Gebäude in Tal-Qadi eine Länge von rund 30 Meter, und in Ost-West-Ostrichtung waren es etwa 25 Meter. Wo sich der Eingang des Tempels befand, lässt sich allerdings nicht mehr eindeutig feststellen.^[15]

Der von Norden rechtsläufig gemessene Azimut (Horizontalwinkel) der noch erkennbaren Achse im Tempel weist im Osten nach 76 Bogengrad (heute Richtung zum Sonnenaufgang am 20. April und am 23. August) beziehungsweise in westlicher Gegenrich-

9 https://de.wikibooks.org/wiki/Die_H%C3%B6hlenmalerei_in_der_Magura-H%C3%B6hle

tung nach 256 Bogengrad (heute Richtung zum Sonnenuntergang am 18. Februar und am 22. Oktober). 3500 bis 2500 vor Christus ergaben sich diese Azimute für die auf- und untergehende Sonne zu anderen Jahreszeiten, nach Julianischem Datum nämlich Mitte Mai (einen Monat nach der Tag-und-Nacht-Gleiche) beziehungsweise Mitte September (einen Monat vor der Tag-und-Nacht-Gleiche) am Morgen im Osten sowie Mitte März (einen Monat vor der Tag-und-Nacht-Gleiche) beziehungsweise Mitte November (einen Monat nach der Tag-und-Nacht-Gleiche) am Abend im Westen.

2.3 Die Kalksteintafel

2.3.1 Beschreibung

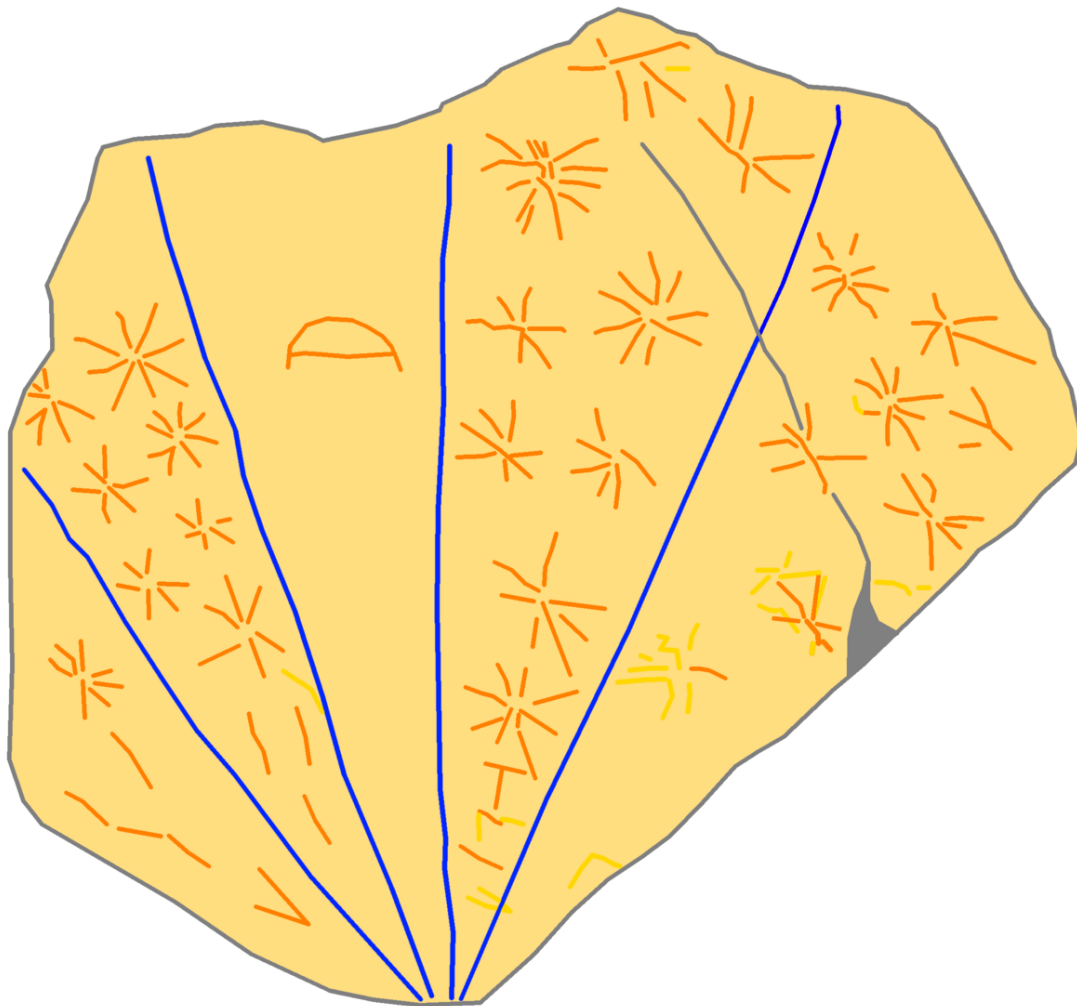


Abb. 9 Skizze der Einritzungen auf der Himmelstafel von Tal-Qadi nach einer photographischen Aufnahme vom *Institute for Studies of the Study of the Ancient World* der *New York University*.^[16]

In der Tempelanlage von Tal-Qadi wurde bei den 1927 begonnenen Ausgrabungen eine fächerartige Kalksteintafel mit Einritzungen gefunden. Die meisten Markierungen erinnern

deutlich an die Darstellung von Sternen, was den Fund zu einem der ältesten archäoastronomischen Objekte macht. Die Tafel befindet sich im National Museum of Archaeology in Valletta.^[17]

Es ist unklar, ob die gefundene Kalksteintafel weitgehend vollständig ist oder nur ein Fragment einer größeren Platte ist, allerdings sind einige Seiten auffällig gerade und glatt gearbeitet.^[18] Die Kalksteintafel hat die Form eines unregelmäßigen Sechsecks, ist 29 Zentimeter breit, 24 Zentimeter hoch und ungefähr 5 Zentimeter dick. Kalkstein hat keine große Härte und kann daher auch ohne Metallwerkzeuge bearbeitet und geritzt werden, und so wurden auf der ebenen Oberfläche zahlreiche Symbole und graphische Elemente dargestellt. Allerdings gibt es auch viele natürliche Unebenheiten, und es kann nicht an allen Stellen eindeutig erkannt werden, ob die Oberfläche natürliche, bewusst von Menschenhand gemachte, unbeabsichtigte oder auf Beschädigungen zurückzuführende Strukturen aufweist. Die Provenienz der Steintafel ist offenbar noch nicht untersucht worden, wie zum Beispiel anhand der chemischen Analyse der Zusammensetzung des Gesteins.

Entsprechend der Abmessungen ergibt sich für die Steintafel eine Fläche von knapp 500 Quadratzentimetern. Mit einer Dichte von 2,7 bis 2,9 Gramm pro Kubikzentimeter für Kalkstein^[19] beträgt die Masse der Tafel also rund sechs Kilogramm. Damit ist sie portabel und kann mit einem entsprechenden Kraftaufwand für einige Minuten in den Händen gehalten werden.

Die Darstellung wird durch vier gerade Linien strahlenförmig in fünf ungefähr gleichgroße Segmente mit einem Winkel von jeweils rund 20 Bogengrad geteilt. Die Linien haben einen gemeinsamen Schnittpunkt etwas außerhalb der Tafel und gehen dabei radial von dem Eckpunkt links der längsten und geraden Kante aus. In den jeweils zwei Segmenten links und rechts sind sternförmige Symbole dargestellt. Im linken Segment ist ein einzelnes Sternsymbol erkennbar, in den drei anderen mehrere Sternsymbole. Das mittlere Segment zeigt eine halbkreisförmige Figur, deren gerade Kante senkrecht auf der Richtung zum Zentrum der Radialstrahlen und auf der Seite zu diesem Zentrum liegt. Die beiden rechten Segmente werden von einer deutlich stärker ausgeprägten Furche durchquert.

2.3.2 Interpretation

Der italienische Archäologe Luigi Maria Ugolini (* 1895; † 1936) mutmaßte bereits 1934, dass die Steintafel eine astrologische Funktion hätte und dass darauf Sterne und eine Mondichel zu sehen seien.^[20]

Schon früh sind die drei dargestellten Sterngruppen mit Sternzeichen in Verbindung gebracht worden. Es wurde gemutmaßt, dass die drei Sterngruppen für die drei Sternzeichen **Skorpion**, **Jungfrau** und **Löwe** stehen, oder dass die vorhandene Tafel lediglich ein Fragment einer größeren Tafel sei, die einen Mondphasenkalender dargestellt hat. Das Symbol im mittleren Segment wurde hierbei mit einem Halbmond in Zusammenhang gebracht.^[15]

Es besteht die Möglichkeit, dass die auf der Himmelstafel dargestellte Himmelsregion mit den dann und dort untergehenden Gestirnen damals vom Tempel von Tal-Qadi aus insbesondere abends und in westlicher Richtung beobachtet wurde.^[21]




Abb. 10 Moderne künstlerische Untermalung des Nachthimmels mit Ausschnitten der benachbarten Sternbilder **Orion** und **Stier** (Taurus). Links unten der Arm und der Bogen vom Jäger Orion und in der Mitte der Kopf des Stieres mit **Aldebaran** und den **Hyaden** sowie der Rumpf des Tieres mit den **Plejaden** weiter oben rechts. Der Stern **Omikron Tauri** (\omicron Tauri) liegt rechts unten in der linken Vorderhufe, und die beiden Sterne **Tien Kuan** (ζ Tauri) und **Elnath** (β Tauri) liegen links oben in den Spitzen der Hörner. Oberhalb der Plejaden am Bildrand ist ein Fuß des Sternbilds Perseus mit den beiden Sternen ζ Persei und **Atik** (\omicron Persei) zu sehen.

Neueren Untersuchungen des Archäologen Peter Kurzmann zu Folge könnte es sich bei den sieben sternförmigen Darstellungen direkt links der Mitte um den Stern **Aldebaran** (α Tauri) mit den zum offenen Sternhaufen der **Hyaden** gehörigen Sternen γ , δ , ϵ und θ Tauri im heutigen Sternbild **Stier** (Taurus) sowie den beiden Spitzen der Stierhörner und **Tien Kuan** (ζ Tauri) und **Elnath** (β Tauri) handeln.^[22]

Der Stern ϵ Tauri wird auch **Ain** genannt. Die beiden Sterne Aldebaran und Ain stehen für die Augen des Stieres, und es ist interessant darauf hinzuweisen, dass Aldebaran und Ain nicht nur die astronomischen Namen α Tauri (alpha Tauri) und ϵ Tauri (epsilon Tauri) ha-

ben, sondern dass sie auch mit dem ersten Buchstaben Aleph  und dem Buchstaben

 Ain des bereits im zweiten vorchristlichen Jahrtausend verwendeten phönizischen Alphabets in Zusammenhang gebracht werden können.^[23] Im später eingeführten hebräischen Alphabet entsprechen diese dem ersten Buchstaben Aleph und dem Buchstaben Ajin (zu Deutsch "Auge"). Diese Buchstaben tauchen auch im eng verwandten paläohebräischen Alphabet als Aleph und Ayin auf. Ferner ist bemerkenswert, dass der Frühlingspunkt auf der scheinbaren Sonnenbahn (Ekliptik) vor 5000 Jahren zwischen den ekliptikalen Längen dieser beiden Sterne lag und dass die Sonne während eines Sonnenjahres vom Anfang bei Aldebaran auf dieser Bahn bis zum Ende bei Ain zog. Im Christentum wird das "A und O" auf die *Offenbarung des Johannes* bezogen:^[24]

Ich bin das Alpha und das Omega, der Erste und der Letzte, der Anfang und das Ende.

Die Konstellation rechts der Mitte könnten die sieben Hauptsterne des offenen Sternhaufens der **Plejaden**, ebenfalls zum Sternbild Stier (Taurus) gehörig, sowie ganz rechts das nördlich angrenzende Sternbild **Perseus** darstellen. Der einzelne Stern links wurde mit einem der drei hellsten Sterne des nördlichen Sternhimmels südlich der genannten Sternhaufen in Verbindung gebracht:^[22]

- Der markante Rote Überriese **Beteigeuze** (α Orionis) im Sternbild Orion, die Schulter des Himmelsjägers (auch als linker Schulterstern bezeichnet, weil er vom Betrachter aus links oben ist).
- Der hellste Stern im Sternbild Orion **Rigel** (β Orionis), der gegenüberliegende Fuß des Himmelsjägers.
- Der hellste Stern des Sternhimmels **Sirius** (α Canis Majoris) im Hals- und Kopfbereich des Sternbilds Großer Hund (Canis Major).

In einer weiteren Untersuchung von Peter Kurzmann wird darauf hingewiesen, dass die Kanten der Steintafel nicht gebrochen, sondern bearbeitet und teilweise recht gerade sind, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Geometrie der Steintafel beabsichtigt ist und dass es sich nicht um ein Bruchstück aus einer größeren Tafel handeln dürfte. Eine in der Tafel erkennbare fünfeckige Struktur hat Ähnlichkeiten mit den Grundrissen maltesischer Tempel.^[18]

Auch in einer anderen Tempelanlage auf Malta, im Südtempel von Mnajdra, haben sich Hinweise auf die mögliche Beobachtung der Plejaden im Altertum gefunden.^[25]

Andere Forscher gehen davon aus, dass das halbkreisförmige Symbol eine Vogelbarke sei, mit der die Bewohner Maltas damals das Mittelmeer befahren hätten. Die Sternkonstellationen seien Abbilder der Adria-Region, des östlichen Mittelmeers und des Schwarzen Meers.^[26] Folgt man diesem Ansatz, liegt die Basis der Steintafel nicht im Zentrum der Strahlen, sondern genau gegenüber, damit die Barke richtig, nämlich im Wasser schwimmend ausgerichtet wäre. Es wird mit Verweis auf Isaac Newtons Schrift *The Chronology of Ancient Kingdoms Amended*^[27] davon ausgegangen, dieser hätte postuliert, dass Sternbilder zur Navigation verwendet wurden. In der Chronik finden sich zwar Verweise auf die Navigation mit Sternen und auf die Verwendung von Sternbildern im Altertum, jedoch betrifft dies weder die Zeit vor 4500 Jahren noch werden Navigation und Sternbilder von Newton

in eine direkte Beziehung gebracht. Vielmehr weist er nur darauf hin, dass im Altertum zur Navigation die Auf- und Untergänge (Morgenerst und Morgenletzt beziehungsweise Abenderst und Abendletzt) einzelner Gestirne beobachtet wurden (auch heliakische und akronychische Auf- und Untergänge genannt). Von Übereinstimmungen von Sternbildern mit geographischen Gegebenheiten ist bei Newton ebenfalls keine Rede.^[28]

Im Folgenden werden einige der erwähnten Himmelsobjekte sowie einige astronomische Sachverhalte etwas näher beschrieben und in Zusammenhang gebracht.

2.4 Die Plejaden



Abb. 13 Die hellsten Sterne im offenen Sternhaufen der Plejaden.

Der mit bloßen Auge sichtbare und sehr auffällige offene Sternhaufen der Plejaden (Siebengestirn, „M45“ im Messier-Katalog) befindet sich am Rand unserer Milchstraße im Sternbild Stier (Taurus), umfasst deutlich über 1000 Sterne und ist ungefähr 125 Millionen Jahre alt. In sehr vielen Kulturen haben die Plejaden einen Eigennamen, und auch deren hellste Sterne wurden in der Tradition der antiken griechischen Mythologie mit den Namen der Plejaden genannten Nymphen und deren Eltern versehen.

→ Ausführungen zu den Plejaden finden sich im **Exkurs „Die Plejaden“**¹⁰.

¹⁰ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Die_Plejaden

2.4.1 Sichtbarkeit

Die Plejaden stehen von Malta aus gesehen heute sowohl am 20. Mai (in Konjunktion zur Sonne sind sie dann unsichtbar) als auch am 18. November (in Opposition zur Sonne und um Mitternacht mit einer Höhe von 78 Bogengrad sehr hoch über dem südlichen Horizont) im Meridian. Der Meridian ist der gedachte Großkreis, der sowohl durch die beiden Himmelspole als auch durch den Zenit und den Nadir läuft. Im Winter und im Frühjahr sind die Plejaden am Abendhimmel in westlicher Richtung und im Sommer und im Herbst am Morgenhimmel in östlicher Richtung zu beobachten.

Die folgende Tabelle gibt die Zeitpunkte der ersten und letzten zu beobachtenden Auf- und Untergänge der Plejaden für Malta an (das Julianische Datum des Frühlingsanfangs war vor 5000 Jahren der 14. April). Heliakisch bedeutet hierbei "zur Sonne gehörend", also in Nähe zur aufgehenden Sonne. Diese muss allerdings unter dem Horizont stehen, und der Abstand zur Sonne (also die Elongation) muss mehr als 18 Bogengrad betragen, damit das in der Atmosphäre gestreute Sonnenlicht die Plejaden nicht überstrahlt. Die akronychischen, also "am Rand der beginnenden Nacht" befindlichen Aufgänge (Abenderst) sowie die heliakischen Untergänge (Morgenletzt) spielen für Fixsterne (und somit auch für die Plejaden) keine Rolle, da diese im Gegensatz zum Mond, zu den Planeten und zu Kometen in den Nächten zwischen Morgenerst und Abendletzt immer zu sehen sind:

Die Lage der Plejaden am Sternenhimmel						
Ereignis	Astronomische Bezeichnung	Datum heute	Julianisches Datum vor 5000 Jahren	Tageszeit	Richtung	Höhe
Abendletzt	Akronychischer Untergang	30. April	17. März	Abends	Westen	Am Horizont
Sonnennähe	Konjunktion zur Sonne	20. Mai	6. April	Mittags	Süden	Dicht am Zenit
Morgenerst	Heliakischer Aufgang	10. Juni	27. April	Morgens	Osten	Am Horizont
Sonnenferne	Opposition zur Sonne	18. November	7. Oktober	Mitternacht	Süden	Dicht am Zenit

Von Malta aus gesehen kreuzten um 3000 vor Christus die Plejaden den Horizont beim Untergang in recht steilem Winkel, so dass sie besonders gut zu beobachten waren. Damals wie heute gehen die Plejaden auf der Linie des Horizonts ungefähr bei 7 Bogengrad nördlich der Ekliptik bei einem Azimut von rund 60 Bogengrad im Osten auf und bei 5 Bogengrad nördlich der Ekliptik bei einem Azimut von rund 300 Bogengrad im Westen unter.

2.5 Astronomische Bezugssysteme



Abb. 14 Eine historische Armillarsphäre im Historischen Museum in Basel.

Die wichtigsten astronomischen Bezugssysteme für die Beschreibung des von der Erde aus beobachteten Sternenhimmels werden bei einer Armillarsphäre mit drei beweglichen Ringen, die die drei astronomischen Ebenen des Horizonts, des Himmelsäquators und der Ekliptik realisiert. Mit einfachen Ausführungen von solchen Armillarsphären beobachteten schon die Babylonier in der Antike das Geschehen am Nachthimmel.

→ Ausführungen zu den astronomischen Bezugssystemen

- des **Horizonts** mit den vier Himmelsrichtungen, dem Zenit und dem Nadir,

- des **Himmelsäquators** mit den beiden **Himmelpolen**, dem **Frühlingspunkt** und dem **Herbstpunkt**
- sowie der **Ekliptik** mit dem **Goldenen Tor der Ekliptik**, dem **Himmelsstier** und dem **Trichter der Thuraya**

finden sich im **Exkurs „Astronomische Bezugssysteme“**¹¹.

2.5.1 Lage der Ekliptik in Malta

Die Ekliptik kreuzt auf der Breite von Malta (zirka 36 Bogengrad) den Horizont **in westlicher Richtung** je nach Epoche, Tages- und Jahreszeit zwischen den Azimuten 240 Bogengrad und 300 Bogengrad, also in einem Bereich zwischen 30 Bogengrad südlich (links) und 30 Bogengrad nördlich (rechts) um den Westpunkt. Die Schwankungen der azimutalen Lage der Ekliptik auf dem Horizont im Laufe der letzten Jahrtausende sind relativ moderat:

- Zur Tag-und-Nacht-Gleiche im Frühling
 - bei Sonnenaufgang relativ flach genau im Westen (Azimut = 270 Bogengrad)
 - mittags südlicher (Azimut = 240 Bogengrad)
 - bei Sonnenuntergang mit der Sonne fast senkrecht genau im Westen und im Goldenen Tor der Ekliptik (Azimut = 270 Bogengrad)
 - um Mitternacht nördlicher (Azimut = 300 Bogengrad)
- Zur Sommersonnenwende
 - bei Sonnenaufgang südlicher (Azimut = 240 Bogengrad)
 - mittags fast senkrecht genau im Westen und im Goldenen Tor der Ekliptik (Azimut = 270 Bogengrad)
 - bei Sonnenuntergang nördlicher (Azimut = 300 Bogengrad)
 - um Mitternacht relativ flach genau im Westen (Azimut = 270 Bogengrad)
- Zur Tag-und-Nacht-Gleiche im Herbst
 - bei Sonnenaufgang fast senkrecht genau im Westen und im Goldenen Tor der Ekliptik (Azimut = 270 Bogengrad)
 - mittags nördlicher (Azimut = 300 Bogengrad)
 - bei Sonnenuntergang mit der Sonne relativ flach genau im Westen (Azimut = 270 Bogengrad)
 - um Mitternacht südlicher (Azimut = 240 Bogengrad)
- Zur Wintersonnenwende
 - bei Sonnenaufgang nördlicher (Azimut = 300 Bogengrad)
 - mittags relativ flach genau im Westen (Azimut = 270 Bogengrad)
 - bei Sonnenuntergang mit der Sonne südlicher (Azimut = 240 Bogengrad)
 - um Mitternacht fast senkrecht genau im Westen und im Goldenen Tor der Ekliptik (Azimut = 270 Bogengrad)

In Malta erreicht der Vollmond zur Sommersonnenwende um Mitternacht heute nur eine Horionthöhe von rund 30 Bogengrad, die Sonne steht dann mittags allerdings mit einer Horionthöhe von über 77 Bogengrad (vor 4500 Jahren nur ungefähr 76 Bogengrad) fast im Zenit (Horionthöhe = 90 Bogengrad), und es resultiert der längste Tag des Jahres.

¹¹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme

Zur Wintersonnenwende ist es umgekehrt, und es ergibt sich der niedrigste Sonnenstand und damit der kürzeste Tag des Jahres. Bei der Tag-und-Nacht-Gleiche zum Herbstanfang erreicht die Ekliptik zum Sonnenaufgang ihre maximale Höhe und maximal über dem Horizont sichtbare Bogenlänge und zum Sonnenuntergang das jeweilige Minimum, bei der Tag-und-Nacht-Gleiche zum Frühlingsanfang ist es wiederum umgekehrt.

Am westlichen Abendhimmel von Malta befinden sich Aldebaran und die Hyaden zum Frühlingsbeginn etwas südlich (links unterhalb) und die Plejaden etwas nördlich (rechts oberhalb) der Ekliptik. Die Verbindungslinie zwischen den Sternhaufen ist beim Untergang in etwa parallel zum Horizont.

Beim Aufgang stehen die Plejaden im Osten fast senkrecht über den Hyaden, und die Ekliptik verläuft dann nicht aufrecht, sondern relativ flach entlang dem Horizont nach Süden ansteigend.

2.6 Tage, Monate und Jahre

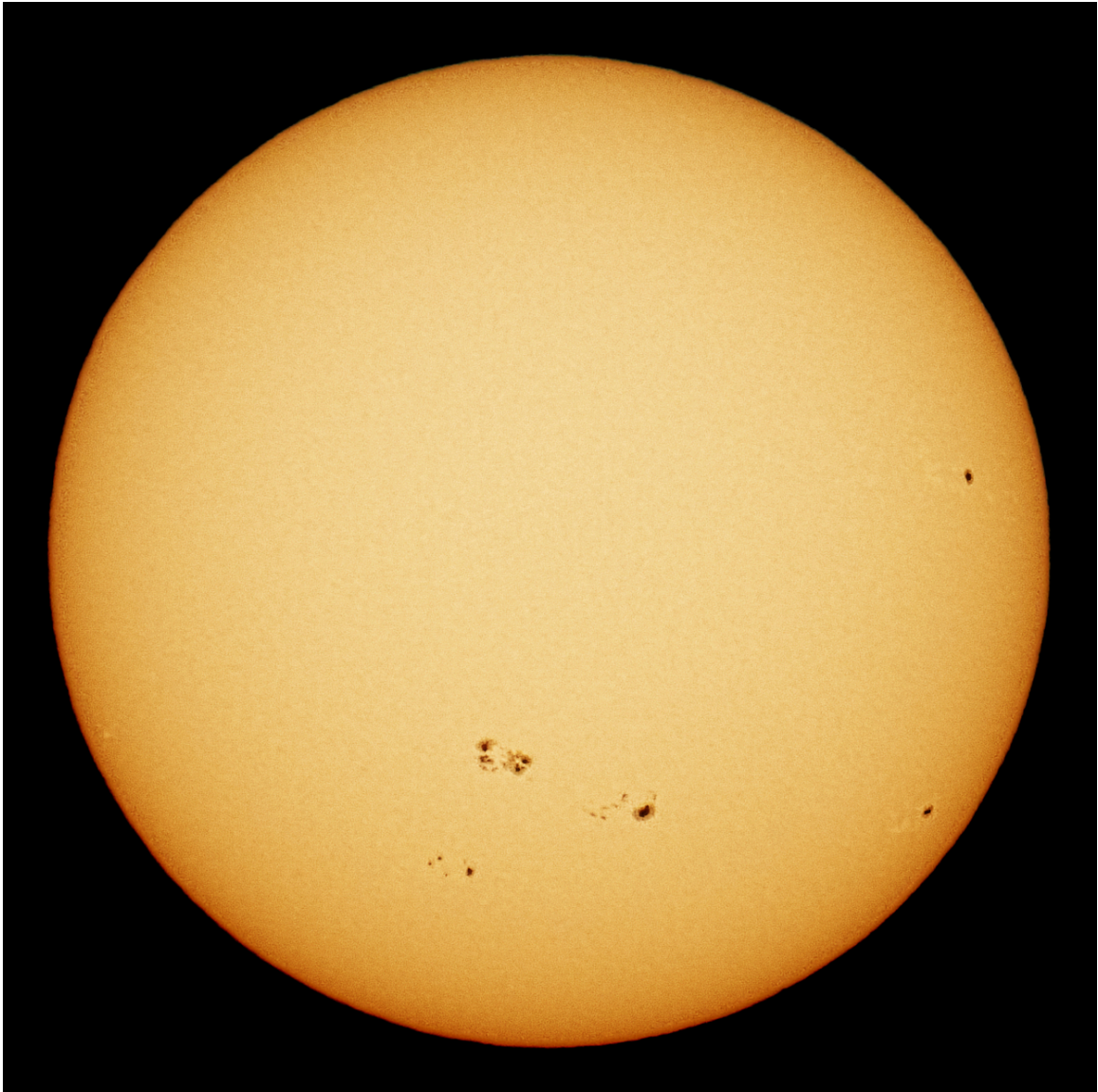


Abb. 15 Die leuchtende Sphäre der Sonne ist durch einen ausgesprochen präzisen Kreis begrenzt. Auf dem Bild sind auch einige Sonnenflecken zu erkennen, deren besonders große Exemplare beim Sonnenauf- oder -untergang sogar mit bloßem Auge gesehen werden können.

Das **Sonnenjahr** (auch tropisches Jahr, altgriechisch *τρόπος* (*tropos*) = *Drehung*) beschreibt einen vollständigen Umlauf der Erde um die Sonne und hat 365,242 Tage - das sind knapp Fünfeinviertel Tage mehr als 360, die Zahl, die im Gradsystem der Winkelmessung einem vollen Kreis entspricht. Da es knapp einen Vierteltag länger ist als 365 Tage, wird in den Kalender fast alle vier Jahre der 29. Februar als Schalttag am ehemaligen Ende des Kalenderjahres (der September war der siebente Monat, der Oktober der achte und so weiter) eingeschoben, damit die Jahreszeiten synchron mit dem Sonnenlauf bleiben. Dadurch bleibt

auch der Zeitpunkt im **Sonnenkalender**, in dem die Sonne bei der Tag-und-Nacht-Gleichen den Frühlingspunkt erreicht, immer am gleichen Tag, nämlich dem **Frühlingsanfang**.

2.6.1 Mondzyklen



Abb. 16 Um Mitternacht fast im Zenit stehender Dezember-Vollmond.

Der **Mond** hat von allen wandelnden Gestirnen die kürzeste siderische Umlaufzeit, die nur einen **Monat** beträgt, und er ändert mit seinen ständig wechselnden Mondphasen täglich sein Aussehen und seine Lage in Bezug zum Fixsternhimmel. Mit einem scheinbaren Winkeldurchmesser, der mehr oder weniger so groß ist, wie derjenige der Sonne, kann er sehr gut und einfach beobachtet werden. Dies gilt insbesondere auch bei der Bedeckung von Sternen und Planeten (**Okkultation**) oder auch bei der Bedeckung der Sonne während einer **Sonnenfinsternis**. Der Mond selber kann während seiner Vollmondphase vom Erdschatten

getroffen werden, so dass es zu einer **Mondfinsternis** kommt, bei der der Mond im Falle der Totalität eine stark rötliche Verfärbung erfährt („Blutmond“).

Da der Mond hell genug ist, im Gegensatz zur Sonne jedoch nicht blendet, kann er sowohl am Tag als auch in der Nacht beobachtet werden, sofern er über dem Horizont und nicht zu dicht an der Sonne steht. Dies macht ihn zum vorrangigen Objekt für die Beobachtung und die Gestaltung von **Mondkalendern**. Ein Mondviertel dauert ungefähr **sieben Tage** beziehungsweise eine **Woche**, und in jedem der **vier Mondviertel** steht er zu einer bestimmten Tageszeit in einem anderen Himmelsquadranten und somit in einer anderen der vier Himmelsrichtungen. Viele alte Mondkalender basieren daher auf der Einteilung der Ekliptik in 27 oder 28 **Mondhäuser**, in denen der Mond sich immer ungefähr einen Tag lang aufhält. Ein Mondjahr hat zwölf synodische Monate beziehungsweise 354,37 Tage - das sind gut fünfeinhalb Tage weniger als 360.

Durch die Beobachtung von **mehnjährigen Mondzyklen** können Finsternisse und Bedeckungen vorhergesagt werden.

→ Ausführungen zu verschiedenen Mondzyklen finden sich im **Exkurs „Mondzyklen“**¹².

2.6.2 Der Kalenderstein vom Tempel Mnajdra

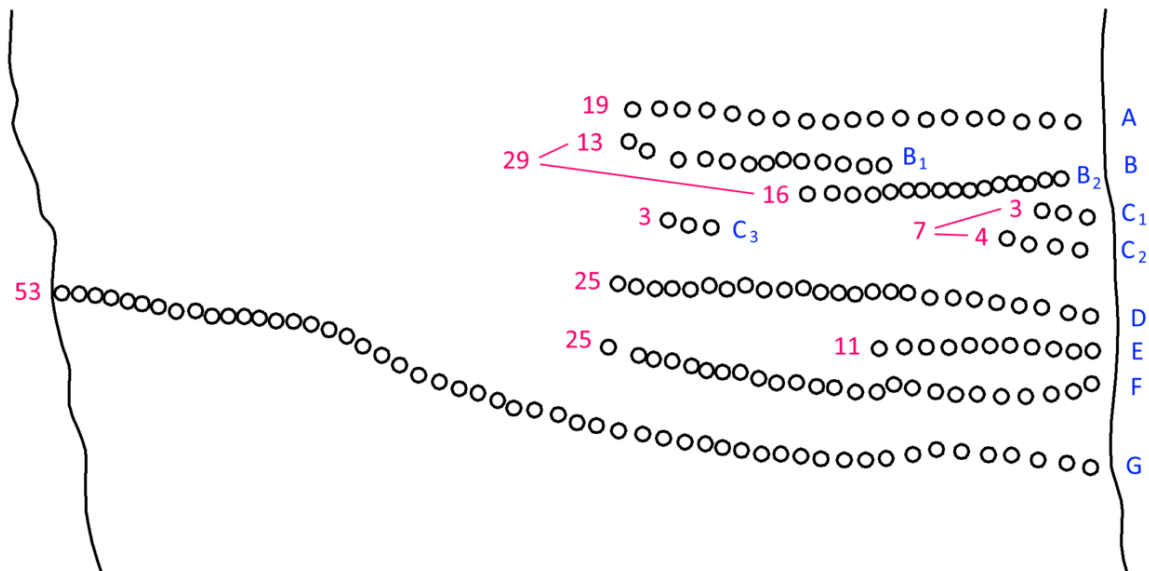


Abb. 17 Skizze der Lochreihen auf dem Kalenderstein von Mnajdra nach Ventura und Hoskin.^[25]

Indizien für die Beobachtung des Mondes durch die Neolithiker auf Malta sind auf Kalendersteinen vom maltesischen Tempel Mnajdra zu finden, die ebenfalls aus der Tempelperiode der Insel stammen.^[25]

Es ist interessant festzustellen, dass auf dem östlichen Kalenderstein mehrere Lochreihen mit verschiedenen typischen Lochzahlen auftreten, die mit lunaren und solaren Kalendern

¹² https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Mondzyklen

im Zusammenhang stehen könnten. Die Bohrungen sind heute in horizontaler Richtung ausgerichtet, wurden möglicherweise jedoch senkrecht nach unten auf dem noch liegenden Stein durchgeführt, um die Wirkung der Gravitation ausnutzen zu können. Danach wäre es möglich gewesen, für Markierungs- oder Zählzwecke beispielsweise kugelförmige Steine in die Löcher zu legen.

→ Ausführungen zu diesen Kalendersteinen finden sich im **Exkurs „Mondzyklen“ im Abschnitt „Der Kalenderstein vom Tempel Mnajdra“**¹³.

2.7 Schlussfolgerungen

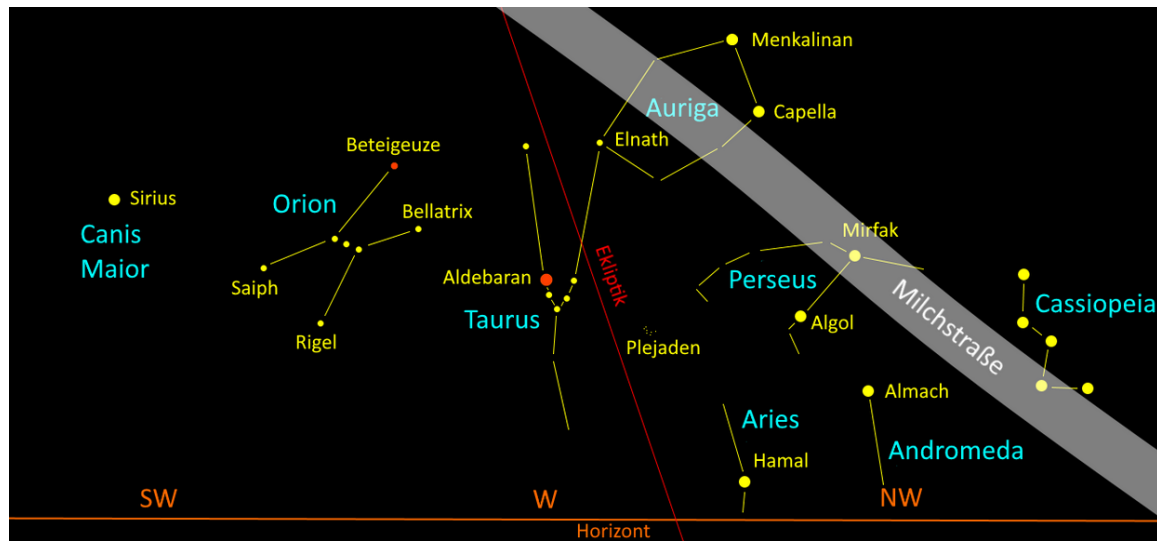


Abb. 18 Skizze der Himmelsregion mit dem Sternengürtel am westlichen Nachthimmel, der auf der Himmelstafel von Tal-Qadi möglicherweise dargestellt ist.

Die Sterne sind keineswegs gleichmäßig über dem Himmel verteilt. Besonders viele, mit bloßem Auge jedoch meist nicht als einzelner Lichtpunkt auflösbar, verschmelzen in unserer Galaxie zu einem uns ringförmig umgebenden Lichtteppich, der **Milchstraße**. Unabhängig davon gibt es Regionen mit überwiegend schwach leuchtenden Sternen, wie den **Trichter der Thuraya**, und Bereiche mit zahlreichen hellen Sternen, wie den im folgenden beschriebenen **Sternengürtel**.

Der Sternengürtel vom hellsten Stern des Firmaments **Sirius** im Sternbild **Großer Hund** (Canis Major), über das sehr markante Sternbild **Orion** mit dem Roten Überriesen **Beteigeuze** und dem sehr hellen Stern **Rigel**, die sehr auffälligen offenen Sternhaufen der **Hyaden** mit dem sehr hellen Roten Riesen **Aldebaran** und **Plejaden** im Sternbild **Stier** (Taurus), das sich direkt angrenzende Sternbild **Fuhrmann** (Auriga) mit dem sehr hellen Stern **Capella**, das ebenfalls seit sehr langer Zeit etablierte Sternbild **Perseus** mit dem Hauptstern **Mirfak** bis hin zum Sternbild **Kassiopeia** („Himmels-W“) ist auf der nördlichen Halbkugel der Erde gut erkennbar und einprägsam. Dieser Sternengürtel überbrückt

¹³ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Mondzyklen#Der_Kalenderstein_vom_Tempel_Mnajdra

zudem den relativ schwach mit Sternen besetzten Ausschnitt unserer Milchstraße und grenzt ungefähr mittig an den sich nach Westen hin öffnenden Trichter der Thuraya.

Ein weiterer sich kreisförmig über den gesamten Himmel spannde Gürtel, in welchem sich die sieben hellen Wandelgestirne, **Sonne**, **Mond**, **Merkur**, **Venus**, **Mars**, **Jupiter**, und **Saturn** bewegen, wird durch die bogenförmige Linie der **Ekliptik** beschrieben. Siehe hierzu auch **Exkurs „Die Ekliptik“**¹⁴.

Der Schnittpunkt des oben genannten Sternengürtels mit der Ekliptiklinie befindet sich im **Goldenen Tor der Ekliptik** im Sternbild Stier (Taurus). In diesem Schnittpunkt lag vor 4500 Jahren zudem der **Frühlingspunkt**. Insofern ist es also nicht überraschend, wenn dieser Schnittpunkt als leicht und zuverlässig aufzufindender Referenzpunkt für freiäugige astronomische Beobachtungen ausgewählt wird, zum Beispiel, um die ekliptikalen Breiten und Längen der Wandelgestirne oder die Mondphasen zu untersuchen.

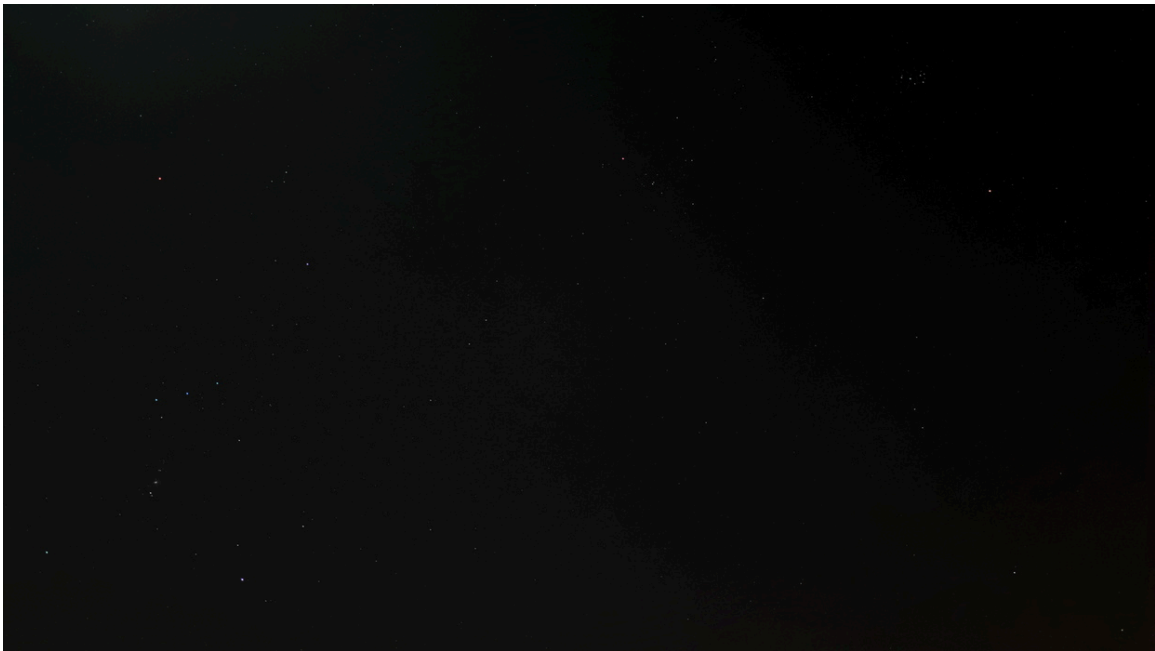


Abb. 19 Das Sternbild **Orion** in der linken Bildhälfte mit dem Roten Überriesen **Beteigeuze** (α Orionis, links oben), das Sternbild **Stier** (Taurus) in der rechten Bildhälfte mit dem Roten Riesen **Aldebaran** (α Tauri, links oben in der V-förmigen Konstellation des offenen Sternhaufens der **Hyaden**) und dem offenen Sternhaufen der **Plejaden** (rechts oben). Der rote Planet **Mars** (rechts unterhalb der Plejaden) auf dem Weg in das Goldene Tor der Ekliptik. Ganz rechts unten der helle Stern Menkar (α Ceti) und der Stern Kaffaljidhma (γ Ceti) im Sternbild Walfisch (Cetus).

Ausgehend von der Hypothese, dass die beiden Winkelsegmente links und rechts der Mitte der Himmelstafel von Tal-Qadi die Asterismen der **Hyaden** und der **Plejaden** im Sternbild Stier (Taurus) zeigen, die das **Goldene Tor der Ekliptik** bilden, könnte das halbkreisförmige Symbol im dazwischenliegenden mittleren Segment für den Bogen der Ekliptik über

¹⁴ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme#Die_Ekliptik

dem Horizont stehen. Im Goldenen Tor der Ekliptik können alle sieben gegenüber dem Fixsternhimmel hindurchziehenden Wandelgestirne beobachtet werden. Genau an dieser Stelle befand sich während der maltesischen Tarxien-Phase der Frühlingspunkt der Sonne respektive der Herbstpunkt des Vollmonds.

Bei der astronomischen Beobachtung der Hyaden und der Plejaden können mit Hilfe der entsprechend ausgerichteten und eingepassten Himmelstafel jederzeit und an jeder Stelle des Himmels unmittelbar **Lage und Neigung der Ekliptik** abgelesen werden, ohne die Wandelgestirne oder gar deren Lauf beobachten zu müssen. Mit dieser Kenntnis ist es dann ebenfalls möglich, die jeweilige Lage der beobachteten Wandelgestirne auf der Ekliptik zu bestimmen, also eine Messung der **ekliptikalen Länge** zum Beispiel vom Frühlingspunkt aus oder von der langen rechten Kante der Himmelstafel aus vorzunehmen.

Die Ekliptik steht bei der unten beschriebenen Ausrichtung senkrecht in der Mitte dieser Kante. Von dort aus kann entlang der Kante nach oben oder nach unten die **ekliptikalen Breite** abgelesen werden. Somit ist bei längerfristiger Beobachtung eine Bestimmung der **drakonitischen Periode** zwischen den Durchgängen des Mondes durch die Mondknoten auf der Ekliptik möglich.

Die Höhe über der Ekliptik ist bei der Sonne definitionsgemäß Null, und bei den sichtbaren Planeten sowie dem Mond beträgt die Abweichung nur einige Grad. Somit tritt der Mond bei der Ausrichtung der Tafel alle $27 \frac{1}{3}$ Tage senkrecht über die rechte untere Kante der Himmelstafel in das Goldene Tor der Ekliptik. Trifft er hierbei ungefähr vier Bogengrad nördlich der Ekliptik auf die Kante, kommt es einen Tag später zu einer **Bedeckung der Plejaden durch den Mond**. Läuft die Mondbahn hingegen auf der gegenüberliegenden Seite ungefähr fünf Bogengrad südlich auf die Kante, kommt es anderthalb Tage später zu einer **Bedeckung des Sterns Aldebaran durch den Mond**. Beides sind außergewöhnliche und besondere astronomische Ereignisse.^{[29][30]}

Befindet sich der Mond bei dieser Beobachtung in der Nähe der Ekliptik, also in der Mitte der rechten unteren Kante der Himmelstafel, kann es bei zeitlicher Nähe zum Vollmond zu **Mondfinsternissen** und bei zeitlicher Nähe zum Neumond zu **Sonnenfinsternissen** kommen. Bei regelmäßiger und langfristiger Beobachtung anhand der im Goldenen Tor der Ekliptik auftretenden ekliptikalen Breiten und Mondphasen konnte der 19-jährige Meton-Zyklus zu allen Zeiten nachvollzogen werden. So erschien der Vollmond zum Beispiel in der Nacht vom 29. zum 30. November 2020 im Goldenen Tor der Ekliptik (Bild siehe Exkurs "Astronomische Bezugssysteme"¹⁵). An folgenden Vormittag kam es wegen der betragsmäßig hinreichend geringen ekliptikalen Breite von -1,8 Grad zu einer partiellen Halbschattenmondfinsternis, die allerdings nur außerhalb von Europa auf der Nachtseite der Erde sichtbar war.^[31]

2.7.1 Zuordnung der Sterne zur Darstellung

Ob und welche Sternbilder vor 4500 Jahren in Gebrauch waren, ist unbekannt. Da in der Dämmerung und bei vorhandenem Mondlicht nur die hellsten Sterne des Firmaments zu sehen sind, empfiehlt es sich, für eine Zuordnung der auf der Himmelstafel dargestellten Sterne insbesondere diese in Betracht zu ziehen. Die folgende Tabelle zeigt die hellsten

¹⁵ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme#Das_Goldene_Tor_der_Ekliptik

Objekte im Bereich der möglicherweise auf der Himmelstafel von Tal-Qadi dargestellten Himmelsregion:

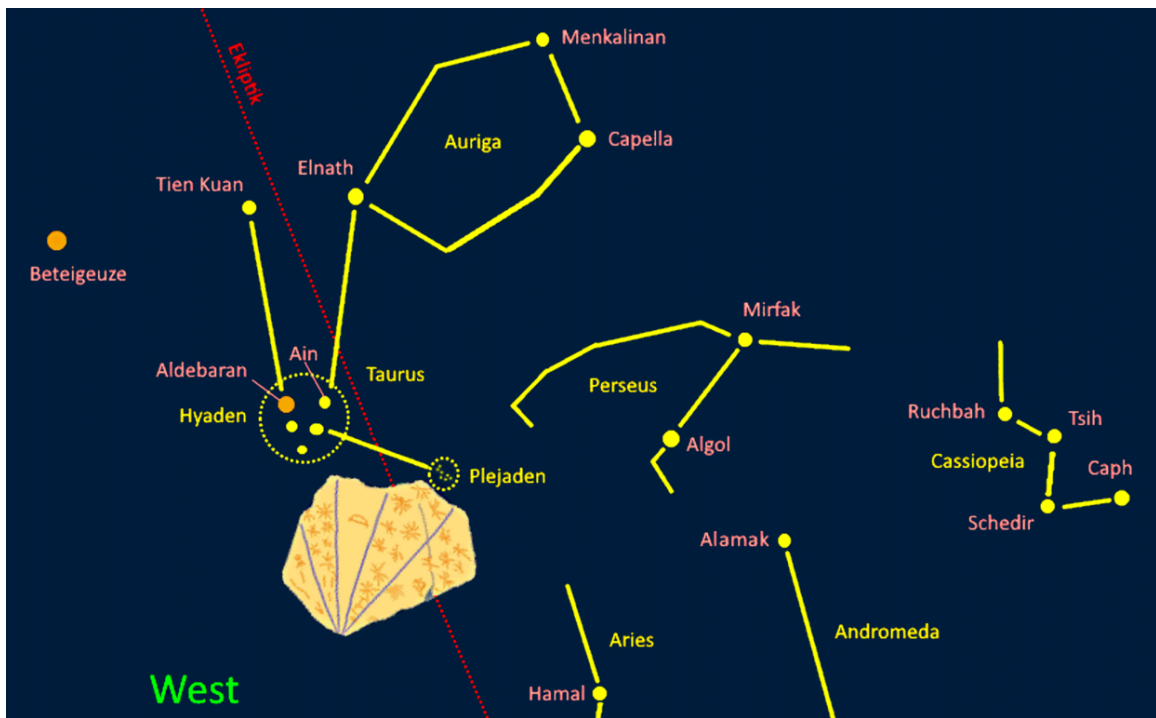


Abb. 20 Die hellsten Himmelsobjekte im Bereich der grob eingepassten Himmelstafel von Tal-Qadi.

Eigenname	Astronomische Bezeichnung	Scheinbare Helligkeit
Sirius	α Canis Majoris	-1,5 ^m
Capella	α Aurigae	0,0 ^m
Rigel	β Orionis	0,0 ^m
Beteigeuze	α Orionis	0,5 ^m
Hyaden	Sternhaufen (Taurus)	0,5 ^m
Aldebaran	α Tauri	1,0 ^m
Plejaden	Sternhaufen (Taurus)	1,5 ^m
Alnilam	ϵ Orionis	1,5 ^m
Alnitak	ζ Orionis	1,5 ^m
Bellatrix	γ Orionis	1,5 ^m
Elnath	β Tauri	1,5 ^m
Alamak	γ Andromedae	2,0 ^m
Algol	β Persei	2,0 ^m
Caph	β Cassiopeiae	2,0 ^m
Hamal	α Arietis	2,0 ^m
Menkalinan	β Aurigae	2,0 ^m
Mintaka	δ Orionis	2,0 ^m
Mirfak	α Persei	2,0 ^m
Saiph	χ Orionis	2,0 ^m

Eigenname	Astronomische Bezeichnung	Scheinbare Helligkeit
Schedir	α Cassiopeiae	2,0 ^m
Tsih	γ Cassiopeiae	2,0 ^m
Ruchbah	δ Cassiopeiae	2,7 ^m

Abgesehen von den in Bezug auf die beschriebene Region auf der linken Seite deutlich abgelegenen Sterne Sirius, Rigel und Saiph und den weit oberhalb gelegenen Sternen Menkalinan und Capella im Sternbild Fuhrmann (Auriga) können alle anderen hellen Sterne der Himmelstafel zugeordnet werden.

- Einpassung der Himmelstafel von Tal-Qadi in den Fixsternhimmel

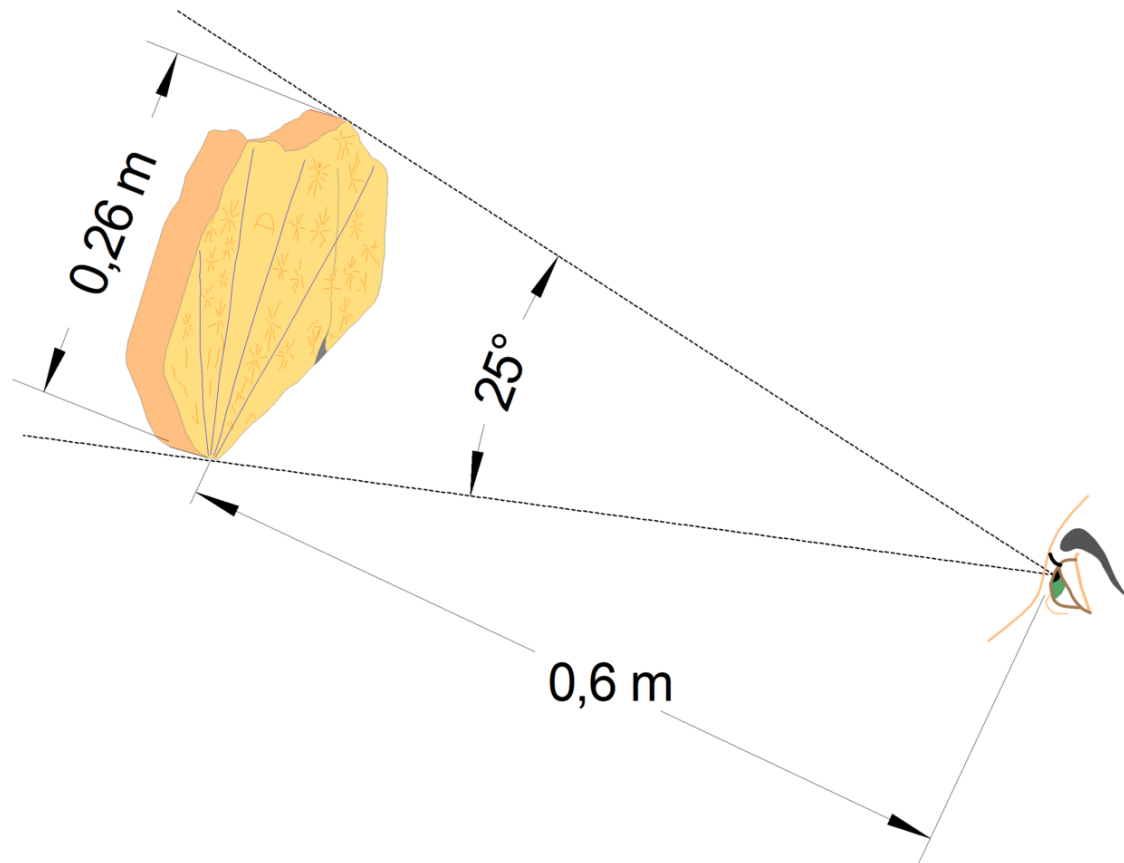


Abb. 21 Die geometrischen Verhältnisse beim hier beschriebenen Einpassen der Himmelstafel von Tal-Qadi während einer Beobachtung. Bei einem Betrachtungsabstand von 60 Zentimetern kann die Himmelstafel von altersweitsichtigen Personen auch bei schlechten Lichtverhältnissen ohne eine Sehhilfe scharf gesehen werden, wie zum Beispiel von älteren und erfahrenen Tempeldienern, die die Tafel in Tal-Qadi benutzt haben könnten.

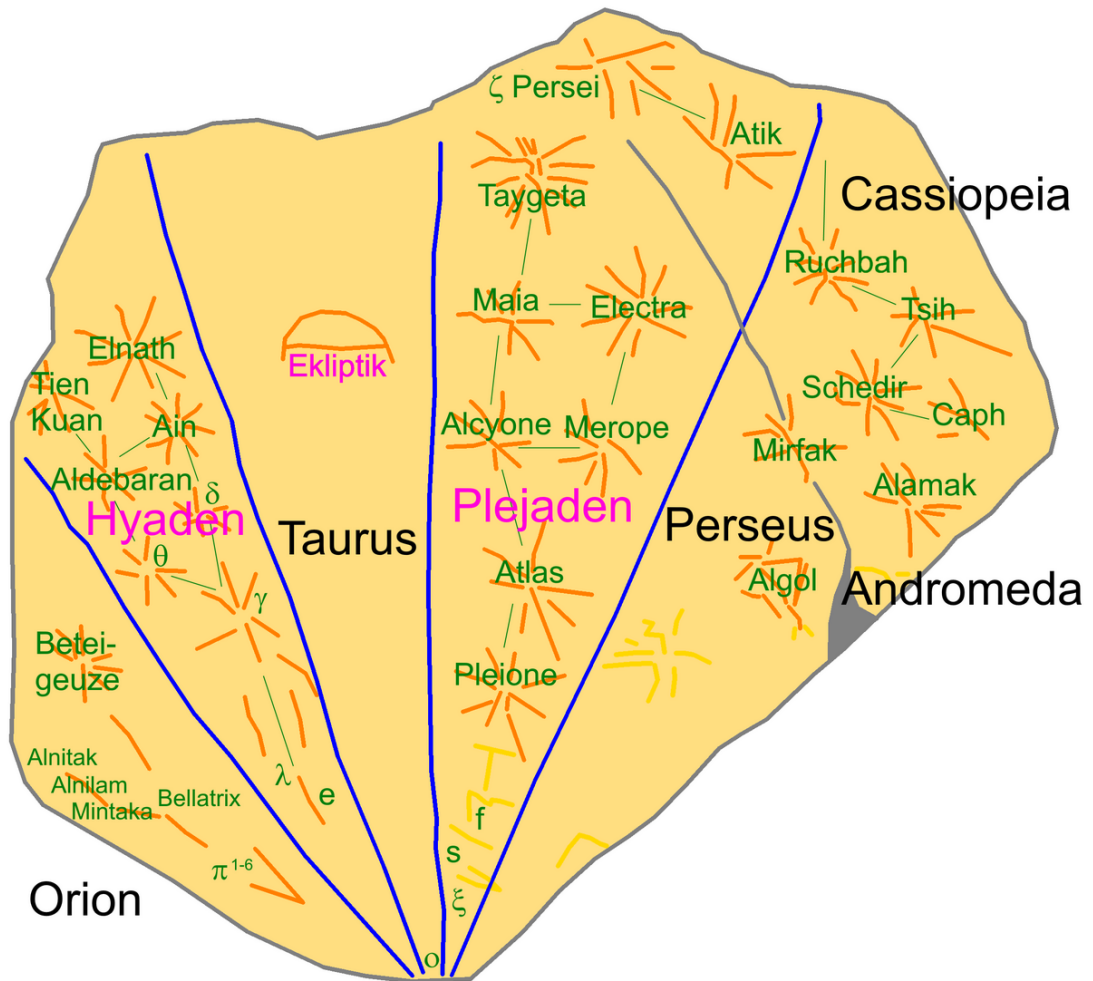


Abb. 22 Mögliche Zuordnung der hellsten Himmelsobjekte zu den im Bereich der eingepassten Himmelstafel von Tal-Qadi dargestellten Sterne.

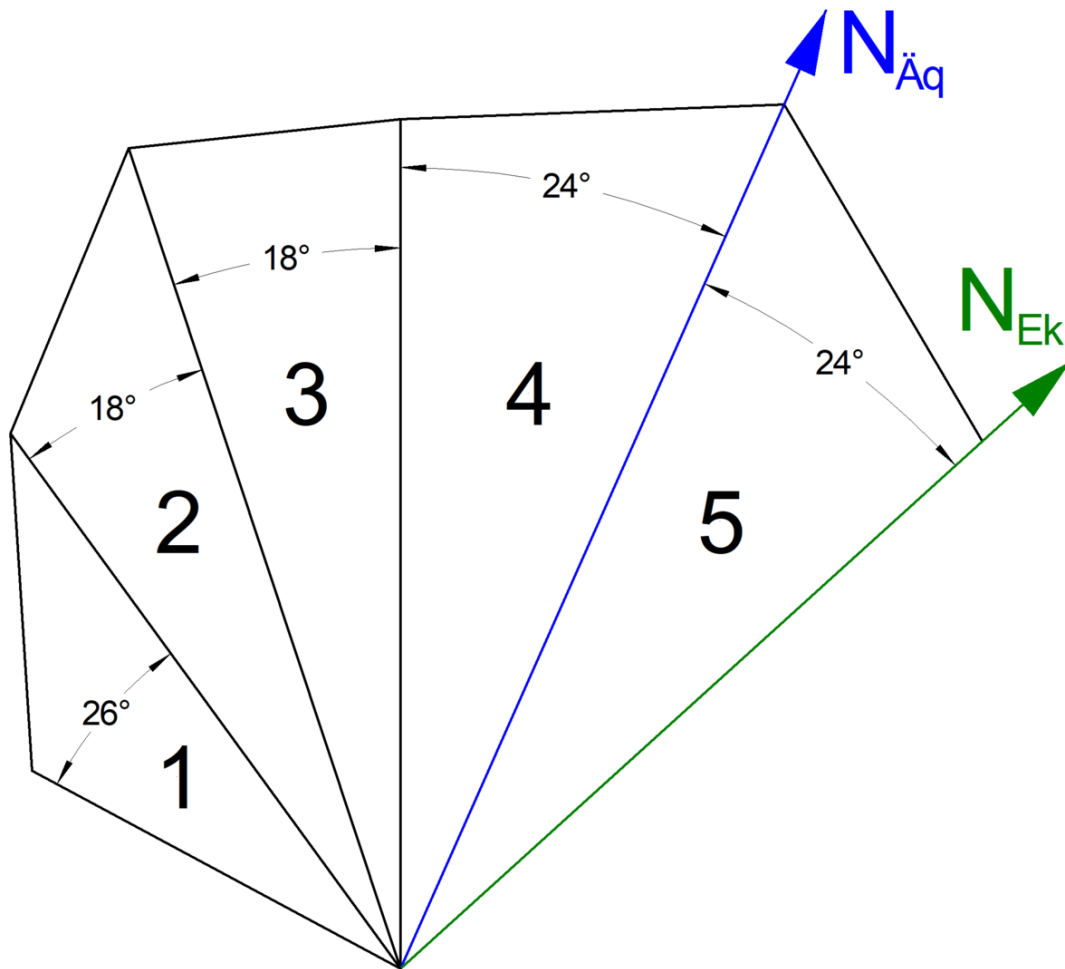


Abb. 23 Die Winkelmaße der fünf Segmente der Himmelstafel. Wenn die rechte lange Kante auf den Nordpol der Ekliptik N_{Ek} ausgerichtet war, zeigte die Linie zwischen dem vierten und fünften Segment in Richtung Himmelsnordpol $N_{\ddot{A}q}$.

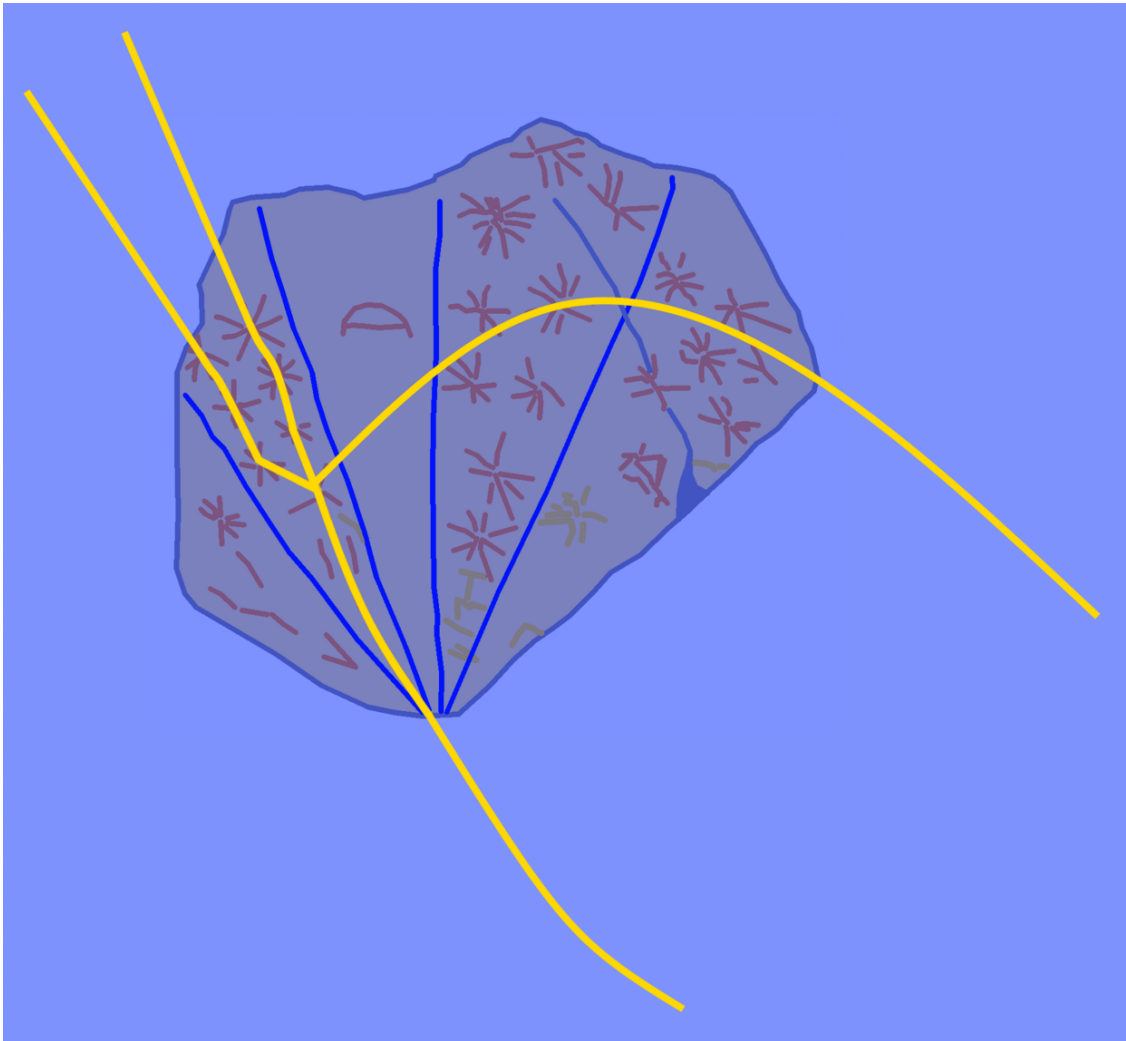


Abb. 24 Markierung des **Himmelsstieres** auf der Himmelstafel von Tal-Qadi. Der Körper des Stieres umspannt exakt die lange gerade Kante der Himmelstafel, die senkrecht und mittig auf der Ekliptiklinie steht. Siehe hierzu auch **Wikibook „Die Himmelstafel von Tal-Qadi“, Kapitel „Astronomische Bezugssysteme“, Abschnitt „Der Himmelsstier“^a**.

^a https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme#Der_Himmelsstier

Es sei angemerkt, dass unter den hier genannten Voraussetzungen das radiale Zentrum der Begrenzungslinien der fünf Segmente der Himmelstafel beim Stern **ο Tauri** (omikron Tauri) liegt, der zwar mit einer scheinbaren Helligkeit von $3,5^m$ nicht ganz so hell wie die anderen beschriebenen Sterne im Sternbild **Stier** (Taurus) ist, aber dennoch zu den gut erkennbaren Sternen der Region zählt und sich daher sehr gut für eine präzise Einpassung der Tafel verwenden lässt.

Schließlich sei darauf hingewiesen, dass die Himmelstafel durch den großen dargestellten Winkelbereich auch bei störenden Wolken korrekt eingepasst werden kann. Beteigeuze, Aldebaran, Mirfak und Algol sowie die Cassiopeia-Sterne sind über einen so weiten Bereich

verteilt, dass auch bei verdeckter Sicht auf vereinzelte Himmelsregionen immer eine zuverlässige Ausrichtung der Himmelstafel möglich ist.

Linkes Segment (1)

- Erstes Segment

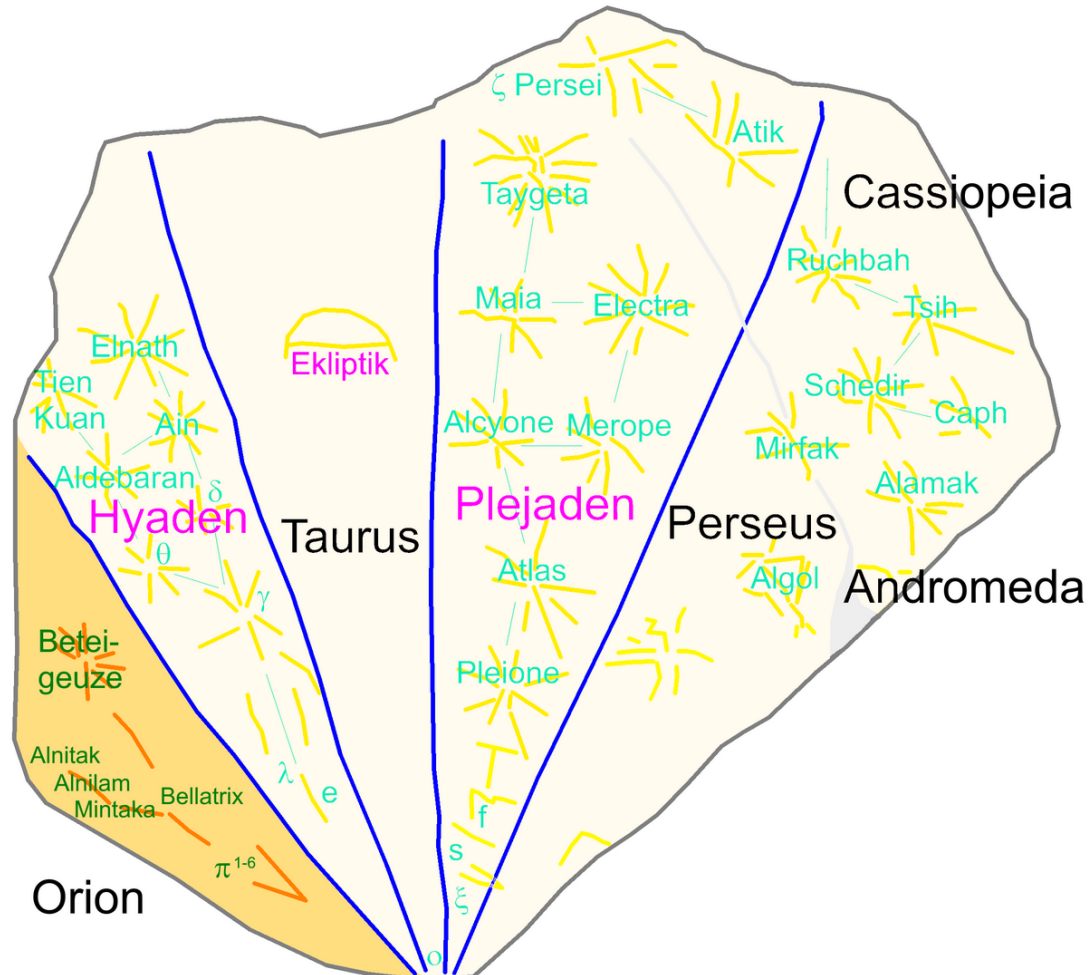


Abb. 25

Der einzelne Stern im linken Segment könnte in dieser Konstellation zum hellsten Stern des gesamten Nachthimmels **Sirius** im Sternbild Großer Hund (Canis Major) passen, der auch schon im alten Ägypten im 3. Jahrtausend vor Christus eine Kalenderfunktion hatte, da sein Auftauchen in der Morgendämmerung die Nilflut ankündigte.

Zwischen Sirius und dem Goldenen Tor der Ekliptik liegt allerdings das auffällige Sternbild **Orion**. Die Sumerer sahen in diesem Sternbild ein Schaf, der Jäger der griechischen Mythologie Orion und das Sternbild Orion sind erst später belegt. Dessen auffällig roter Schulterstern **Beteigeuze** kommt aus geometrischer Sicht eher als der auf der linken Seite der Tafel einzeln dargestellte Stern in Frage. Die sechs zwischen dem radialen Zentrum der Himmelstafel und Beteigeuze dargestellten Linien können in der heutigen Darstellung des

Orion hierbei dem aus den **sechs π -Sternen** bestehenden Bogen (der zentrale und mit 3^m hellste dieser Reihe π^3 Orionis wird nach seinem arabischen Namen *al-thābit* auch **Tabit** genannt), dem Arm zum Stern der Schulter **Bellatrix**, der Schulterlinie zum Stern der anderen Schulter Beteigeuze sowie unterhalb davon zum Gürtel mit den drei **Gürtelsternen** **Mintaka**, **Alnilam** und **Alnitak** entsprechen.

Halblinkes Segment (2)

- Zweites Segment

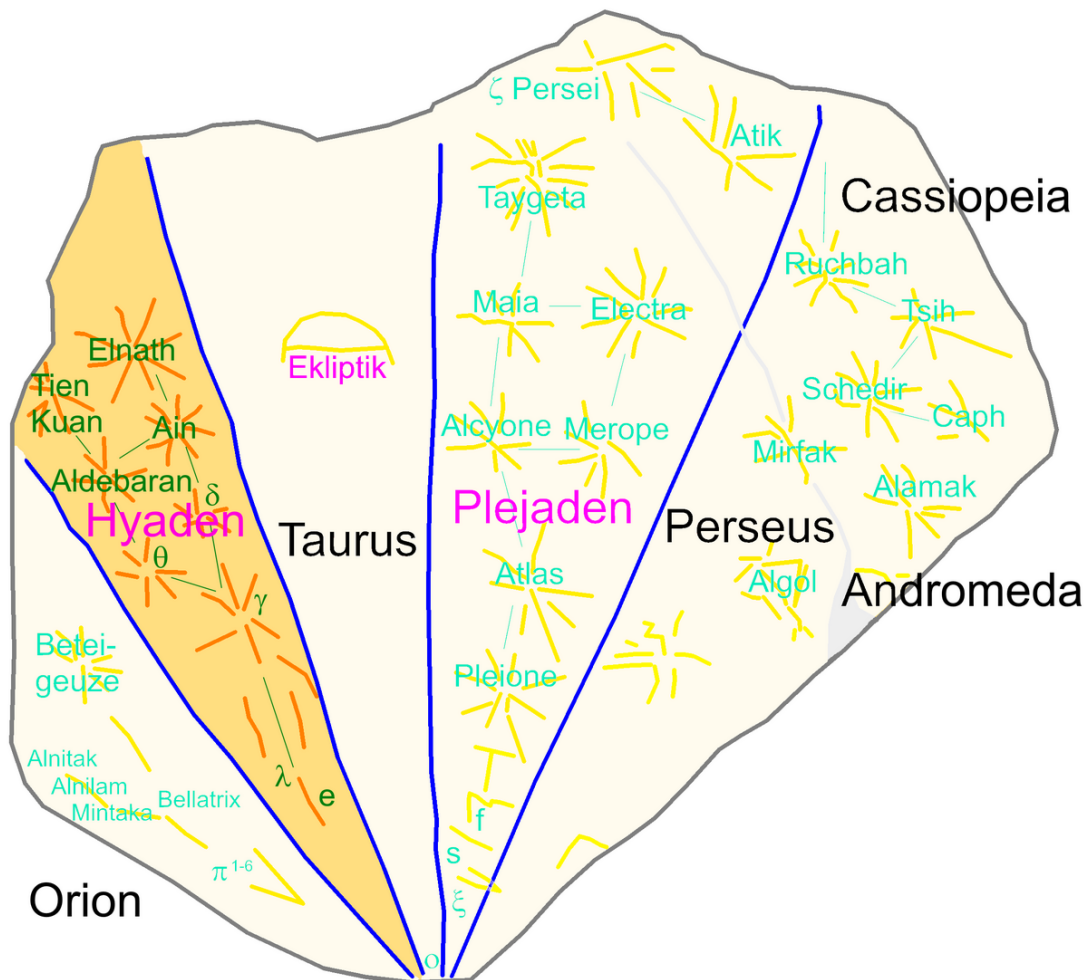


Abb. 26

Der Y-förmige Teil des Sternbilds **Taurus** (Stier) besteht heute aus den folgenden hellen Himmelsobjekten:

- Nördlich der Ekliptik:
 - **Elnath** (β Tauri, rechte Hornspitze, gehört gleichzeitig zum Sternbild **Auriga** (Fuhrmann))
- Südlich der Ekliptik:
 - Offener Sternhaufen der **Hyaden** (Kopf des Stieres, inklusive **Ain**)

- **Aldebaran** (α Tauri, rotes, rechtes Auge)
- **Tien Kuan** (ζ Tauri, linke Hornspitze)

Die Linien zwischen unterhalb der Hyaden können mit den dunkleren, noch mit bloßem Auge sichtbaren Sternen im Sternbild Stier (namentlich λ **Tauri** ($3,5^m$) und e **Tauri** (5^m)) zusammenhängen und auf den Stern o **Tauri** an der unteren Spitze der ausgerichteten Himmelstafel zulaufen.

Die Spitze zwischen dem halblinken und dem mittleren Segment markiert das vierte Mondhaus **Manazil al-Qamar Aldebaran**, also beim *Nachfolgenden* der Plejaden, dem Roten Riesen Aldebaran, (indisch: *Nakshatra Rohini, der Rötliche*).

Mittleres Segment (3)

- Drittes Segment

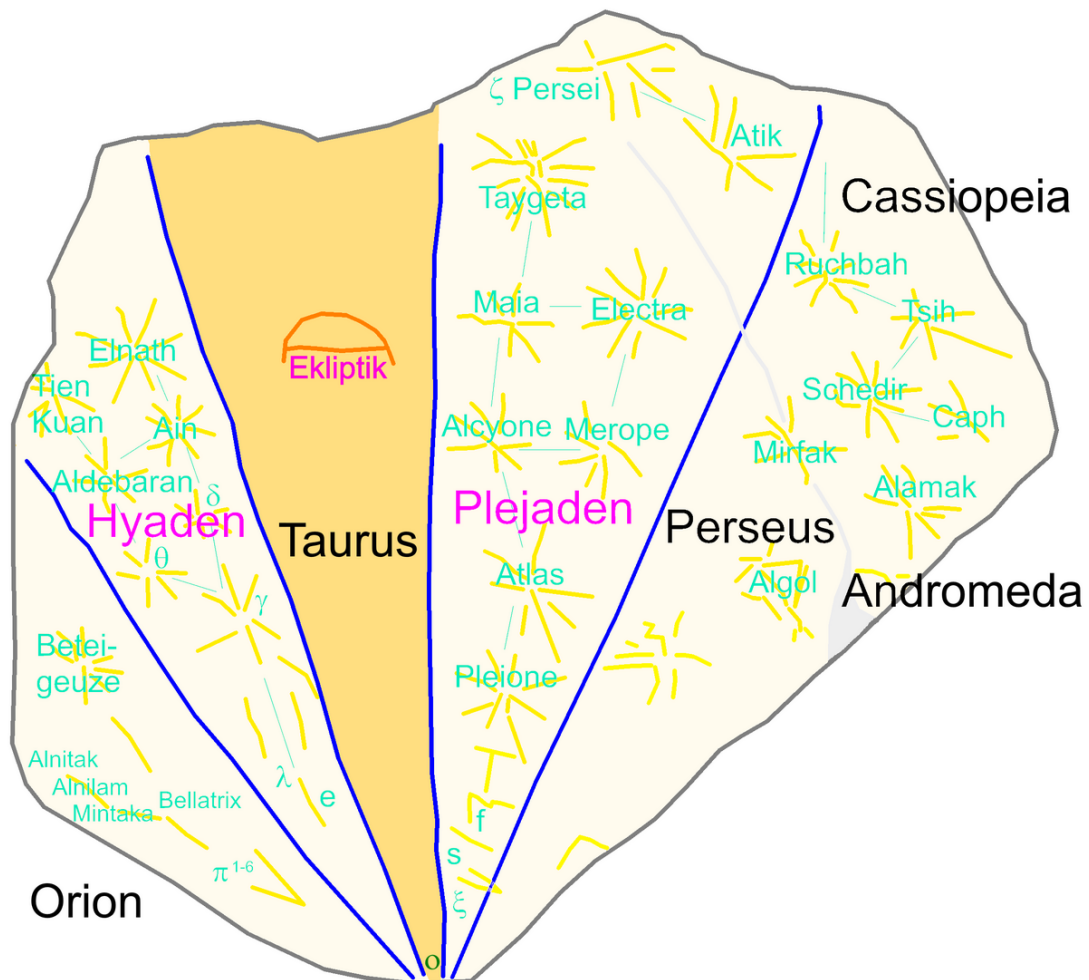


Abb. 27

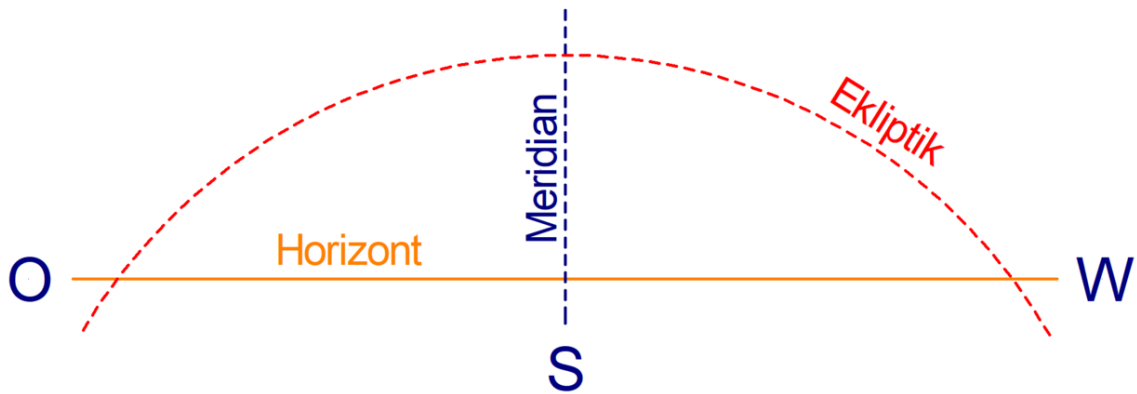


Abb. 28 Die Ekliptik über dem Horizont in Blickrichtung Süden beim Sonnenuntergang zum Frühlingsanfang.

Der Bogen mit der dazwischenliegenden geraden Linie im mittleren Segment der Himmelskarte von Tal-Qadi dürfte kein Symbol für ein Tor sein. Tore mit halbrunden Bogen waren während der Entstehungszeit der Himmelstafel in der Tarxien-Phase noch gar nicht verbreitet.

Es muss in diesem Zusammenhang jedoch zur Kenntnis genommen werden, dass die Ekliptik vom Horizontsystem der Erde aus gesehen einen konvexen Kreisbogen darstellt, der den Horizont an zwei Punkten schneidet und sich unterhalb von diesem fortsetzt. Wegen der großen Ähnlichkeit ist es nicht abwegig anzunehmen, dass das im mittleren Segment der Steintafel gezeigte Symbol, das genau im Goldenen Tor der Ekliptik liegt, den Kreisbogen der Ekliptik über dem Horizont und auch noch etwas unterhalb des Horizonts darstellt.



Abb. 29 Monduntergang am Horizont des westlichen Morgenhimmels.

Neben der einfachen Deutung des Kreisbogens im mittleren Winkelsegment der Himmels-
tafel als Bogen der Ekliptik über dem Horizont gibt es noch eine weitere Möglichkeit für
eine Erklärung: heute kann zur Wintersonnenwende morgens alle 19 Jahre der Vollmond
im Goldenen Tor der Ekliptik beim Untergang beobachtet werden, wo er dann direkt über
dem westlichen Horizont oder an der oberen Kante der eingepassten Himmelstafel als nach
oben gewölbter Halbkreis zu sehen ist.

Halbrechtes Segment (4)

- Viertes Segment

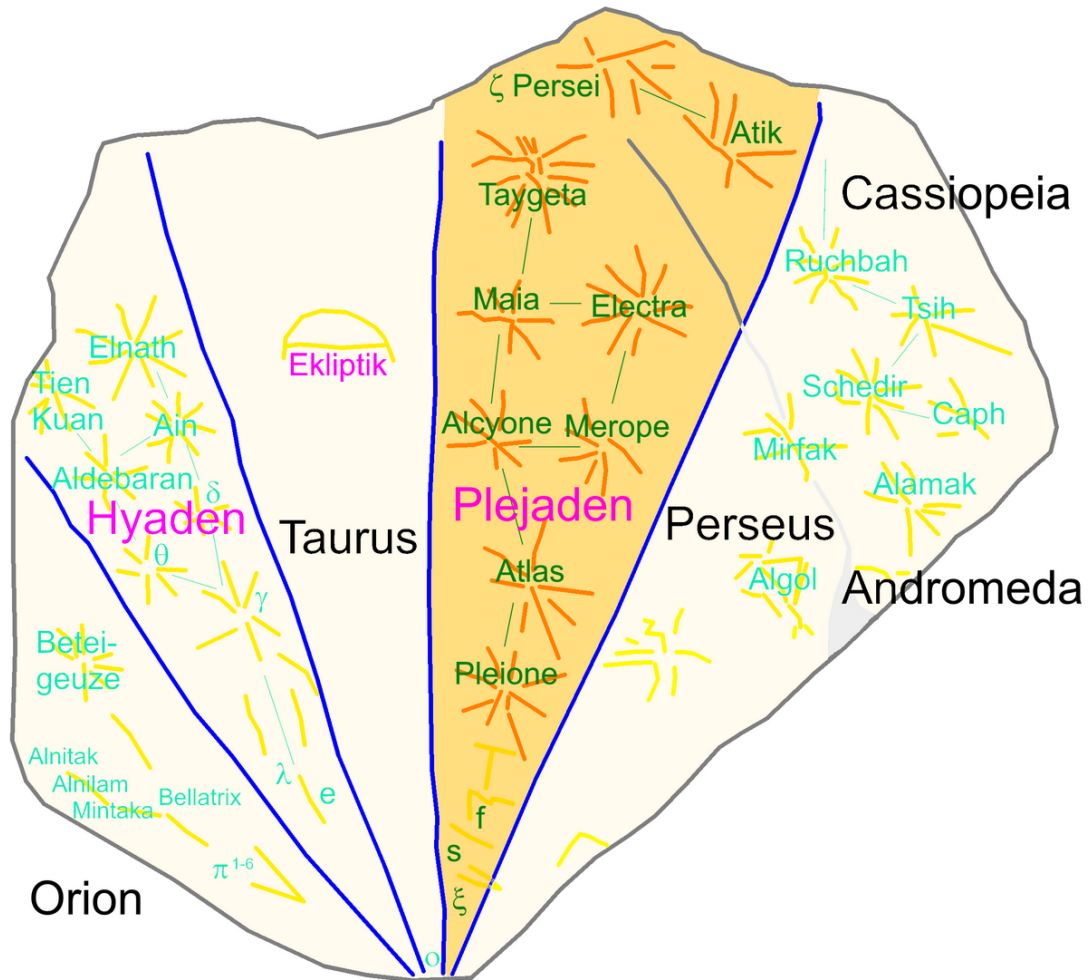


Abb. 30

Aufgrund der Erfahrungen mit dem Einpassen einer maßstäblichen Replik der Sterntafel in die Konstellation scheinen die beiden Sterne ζ Persei (4^m) und **Atik** (\omicron Persei, $2,7^m$) dargestellt sein, die heute den hinteren Fuß des Sternbilds **Perseus** direkt nördlich der Plejaden bilden. Bei den Babyloniern wurde dieses Sternbild - vermutlich wegen der nach vorne gebeugten Anmutung - als **Alter Mann** (SU.GI) bezeichnet. Bei den Beduinen werden die beiden Sterne **al-Atiq** (bestehend aus ζ Persei und \omicron Persei) seit Urzeiten als das Schulterblatt von **Thuraya** (auch **al-Thurayya**) angesehen.^[32] Die beiden Arme der Thuraya breiten sich vom Betrachter aus gesehen von den Plejaden im Sternbild Stier (Taurus) nach links bis zu **Menkar** im Sternbild Walfisch (Cetus) und nach rechts über das Sternbild Perseus bis hin zum Sternbild Kassiopeia (Cassiopeia) aus, wo sich jeweils die Hände befinden. Die deutlich kürzere Hand auf der linken Seite gilt als die amputierte Hand, und die Hand auf der rechten Seite als die mit Henna tätowierte Hand. An der Stelle des tätowierten Handgelenks befinden sich die beiden mondgroßen, mit bloßem Auge sichtbaren offenen Sternhaufen **h** und χ Persei.^[33]

Eine weitere Möglichkeit der Deutung wäre, dass alle neun mit bloßem Auge sichtbaren Sterne des offenen Sternhaufens der Plejaden in diesem Winkelsegment dargestellt sind, also zusätzlich zu den sieben Hauptsternen auch **Celaeno** und **Asterope**, beziehungsweise die beiden Eltern, also der Titan Atlas und die Okeanide Pleione, mit all ihren sieben Töchtern Alkyone, Asterope, Elektra, Kelaeno, Maia, Merope und Taygete.

Rechtes Segment (5)

- Fünftes Segment

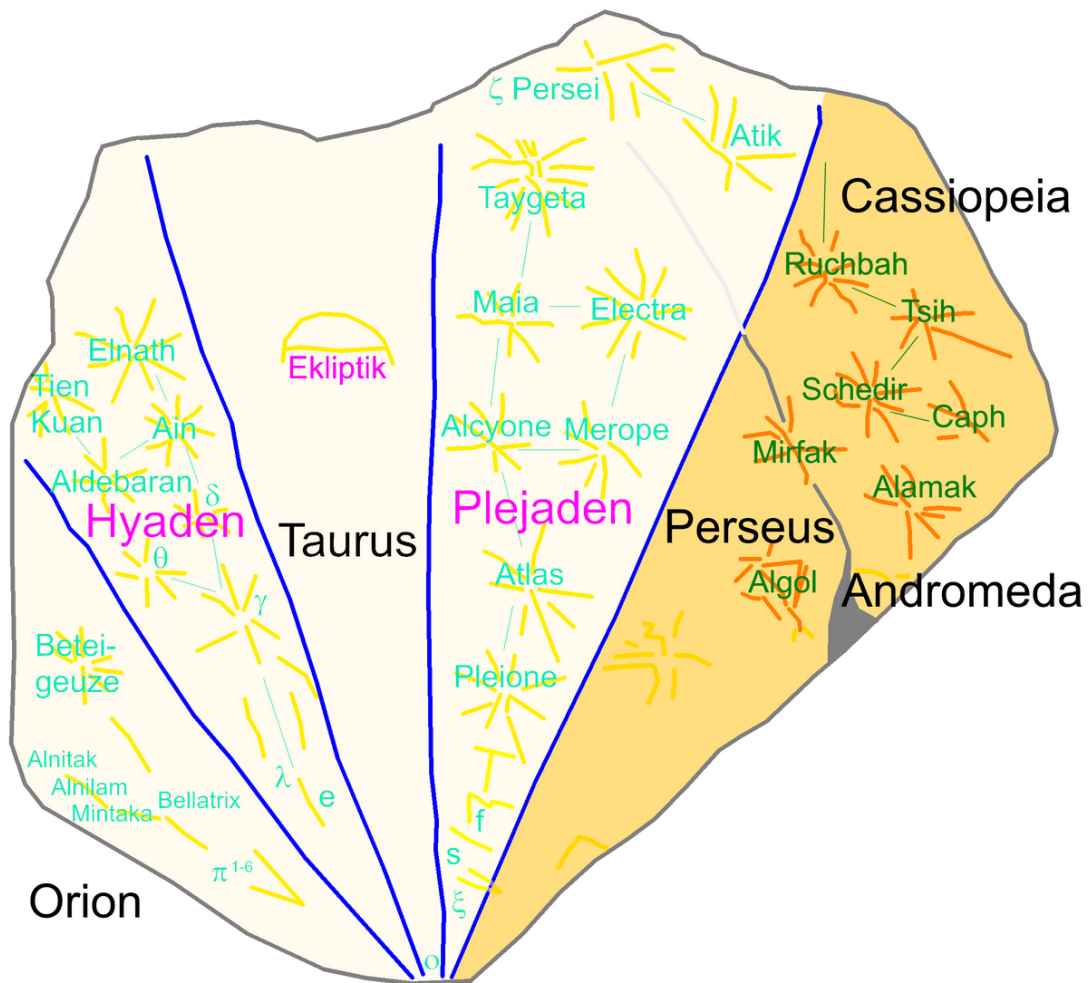


Abb. 32

Das äußerste rechte Segment zeigt einen Stern, der zu dem sehr hellen, mitten in der Milchstraße liegenden Stern **Mirfak** im Sternbild **Perseus** passt. Diesseits der Milchstraße gibt es in diesem Segment die drei hellen Sterne **Algol** im Sternbild **Perseus**, **Alamak** im Sternbild **Andromeda** und ganz unten eventuell auch noch **Hamal** im Sternbild **Widder** (Aries). Dahinter liegt das sehr auffällige Sternbild **Kassiopeia** (Cassiopeia oder auch **Himmels-W**) mit seinen fünf Sternen, von denen Segin (ϵ Cassiopeiae, $3,3^m$) allerdings erkennbar dunkler ist als **Ruchbah**, **Tsih**, **Shedar** und **Caph**.

Die Konstellation dieser vier Sterne könnte also in der rechten Ecke der Himmelstafel angedeutet sein. Hierzu kann zur Kenntnis genommen werden, dass von Malta aus gesehen heute lediglich die Sternbilder Giraffe (Carmelopardalis), Kassiopeia, Kepheus (Cepheus) und Kleiner Bär (Ursa Minor) vollständig zirkumpolar sind. Von diesen vier Sternbildern hat nur das Sternbild Kassiopeia vier Sterne zweiter Größenklasse (2^m) und ist somit zu jedem Zeitpunkt der Nacht und sogar in der Dämmerung einfach und eindeutig zu erkennen. Vor 4500 Jahren lag der nördliche Himmelspol allerdings zwischen dem Großen Wagen im Großen Bären (Ursa Major) und dem Kleinen Bären (Ursa Minor), und nur die heutigen Sternbilder Kleiner Bär (Ursa Minor) und der langegezogene Drache (Draco) waren damals

zirkumpolar. Das Sternbild Kassiopeia stand aber immerhin 15 Stunden lang täglich über dem Horizont und kündigte mit seinem Aufgang rechtzeitig den Aufgang der Plejaden an.

In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, dass die Trennlinie zwischen dem halbrechten und dem rechten Segment der ausgerichteten Himmelstafel damals genau auf die Pole des Himmelsäquators gezeigt hat. Ferner zeigt die senkrecht auf der Ekliptik stehende lange Kante der ausgerichteten Tafel naturgemäß auf die beiden Himmelspole des ekliptikalen Koordinatensystems. Die **Schiefe der Ekliptik** zum Datum 2500 vor Christi Geburt entspricht mit 24 Bogengrad erstaunlich genau dem Winkel des rechten Segments der Himmelstafel.

Die lange Kante der ausgerichteten Himmelstafel befindet sich im zweiten Mondhaus **Manazil al-Qamar Botein**, also im **Bäuchlein** des Widderlammes, (indisch: *Nakshatra Bharani*, der *Wegtragende*) und lässt sich zum Ablesen der vom Mond erreichten ekliptikalen Breiten verwenden. Die markante Furche an dieser Kante markiert die nördliche ekliptikale Breite der Plejaden. Die ekliptikalen Breiten des Mondes ändern sich an dieser Stelle nur langsam, so dass es am Folgetag zur **Bedeckung der Plejaden durch den Mond** kommen wird, wenn der Mond auf diese Furche stößt. Dies war zu allen Zeiten ein besonderes Ereignis, so dass diese auffällige Markierung eventuell auch in diesem Zusammenhang als ein Werkzeug für eine solche Vorhersage gesehen werden kann.

2.7.2 Auf- und Untergänge

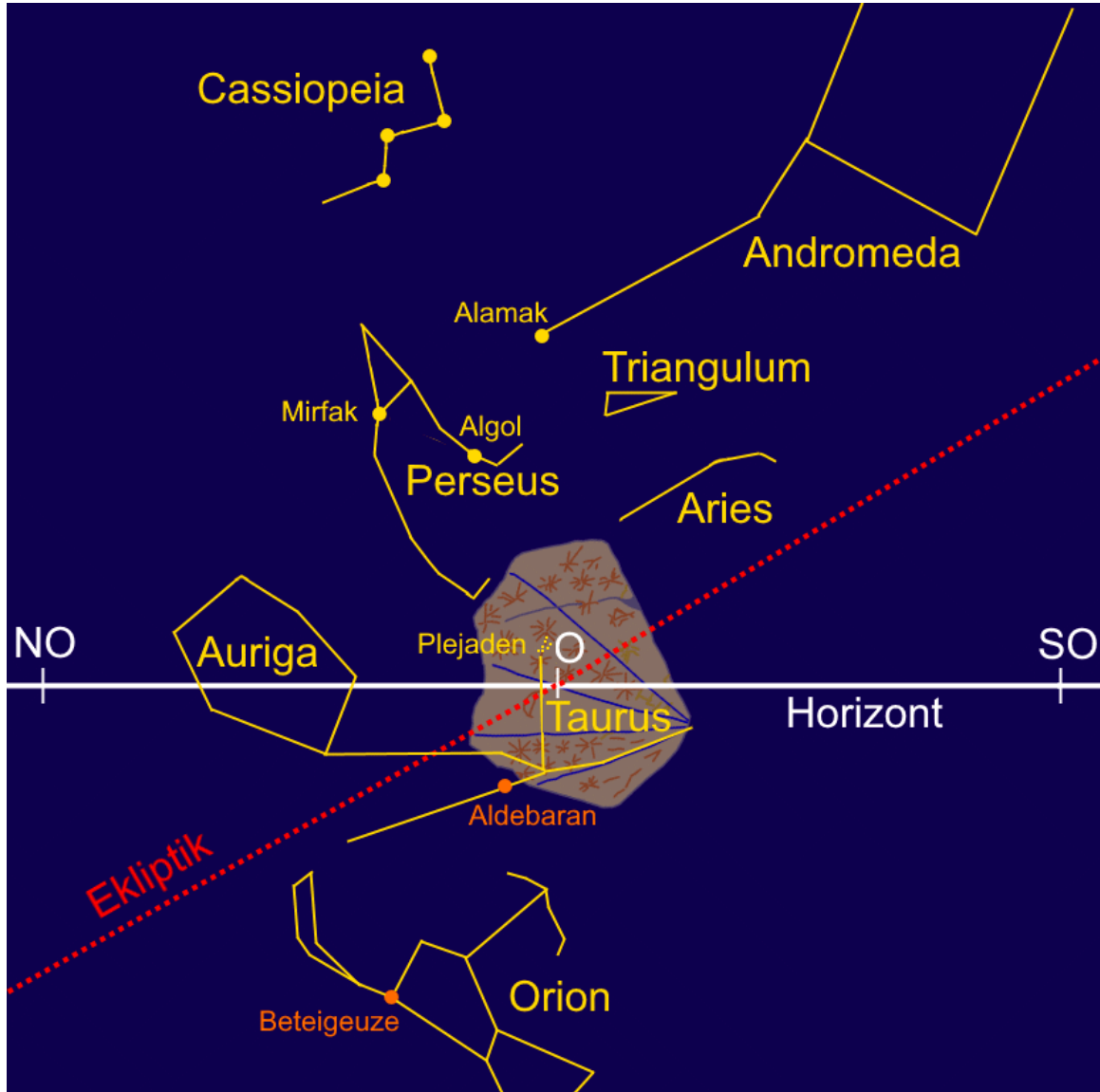


Abb. 33 Die eingepasste Himmelstafel beim Aufgang der Plejaden am östlichen Horizont von Malta.

Der **Aufgang** der Plejaden wurde bereits vier Stunden im Voraus durch die oben im rechten Winkelsegment genannten Sterne angekündigt. Kassiopeia ging auf Malta damals genau im Nordosten auf, zwei Stunden später etwas weiter östlich gefolgt von Mirfak (α Persei) und Almak (γ Andromedae). Ungefähr eine Stunde danach erschienen Algol (β Persei) und Hamal (α Arietis), eine weitere Stunde später genau im Osten die Plejaden sowie noch eine Stunde später dann dort die Hyaden und der Rote Riese Aldebaran (α Tauri, arabisch *al-dabaran* für *der (Nach-)folgende*). Noch zwei Stunden später - insgesamt also sieben Stunden nach Kassiopeia - ging schließlich der Rote Überriese Beteigeuze (α Orionis) im Osten auf. Alle genannten Sterne kreuzten den östlichen Horizont beim Aufgang unter einem Winkel von ungefähr 45 Bogengrad.

Die untere Spitze der eingepassten Himmelstafel steht bei der schwierigen letzten, nur kurzzeitigen Möglichkeit zur Beobachtung der Plejaden am Abendhimmel, beim akronychischen Untergang beziehungsweise Abendletzt (heute am 1. Mai) und bevor sie in den nördlichen subtropischen Breiten mit bloßem Auge für vierzig Tage nicht mehr zu sehen sind, auf dem westlichen Horizont. Stehen die Plejaden an diesem Abend höher, werden sie vom Tageslicht überstrahlt, stehen sie niedriger, wird ihr Licht auf dem langen Weg durch die Atmosphäre durch starkes Streulicht und die vermehrte Extinktion verschleiert.

Eventuell könnte die dicke Querfurche in den beiden rechten Segmenten der Himmelstafel daher den Verlauf des östlichen Horizonts vor dem Aufgang der Plejaden andeuten, die damals fast exakt im Osten aufgegangen waren. Von Tal-Qadi aus gesehen wird der Horizont in Richtung Osten durch einen flachen Hügel bestimmt. Wenn die Furche während des Aufgangs der Plejaden mit der Kontur dieses Hügels in Übereinstimmung gebracht wurde, waren **Mirfak** (α Persei), **Algol** (β Persei) und **Hamal** (α Arietis) bereits gut eine Stunde zu sehen, und **Bharani** (41 Arietis oder auch **Nair al Butain**) war knapp eine Stunde vorher sowie **Atik** (σ Persei) nur knapp eine halbe Stunde zuvor aufgegangen. Da die beiden Sterne Atik und Bharani zur Einpassung der Himmelstafel verwendet werden können, ist auf diese Weise über die Darstellungen auf der Himmelstafel eine Lagebestimmung der Plejaden und von Aldebaran möglich, obwohl sich diese noch unter dem Horizont befinden und somit gar nicht sichtbar sind.

Beim **Untergang** verschwand von diesen Sternen damals zuerst Hamal (α Arietis) genau im Westen, eine Stunde danach gefolgt von Alamak (γ Andromedae) etwas weiter nördlich und vom heutigen Sternbild Kassiopeia zuerst Caph (β Cassiopeiae) im Nordwesten. Ungefähr eine weitere Stunde später folgten das Goldene Tor der Ekliptik im Westen und Algol (β Persei) sowie Mirfak (α Persei) etwas weiter nördlich. Die Sterne Algol (β Persei) und Ruchbah (δ Cassiopeiae) gingen hierbei erst gleichzeitig mit den Plejaden unter und danach ebenfalls gleichzeitig Aldebaran (α Tauri) und Mirfak (α Persei) sowie übrigens auch zusammen mit dem hellen Stern Rigel (β Orionis). Den Abschluss machte weitere anderthalb Stunden später Beteigeuze (α Orionis) gleichzeitig mit den beiden Hornspitzen des Sternbilds Stier (Taurus) Tien Kuan (ζ Tauri) und Elnath (β Tauri). Alle genannten Sterne kreuzten den westlichen Horizont beim Untergang fast senkrecht.

2.8 Praktische Anwendung

2.8.1 Übersicht

Die folgende Galerie zeigt eine Astrophotographie der relevanten Himmelsregion, mit verschiedenen Elementen und schließlich auch der eingepassten Himmelstafel von Tal-Qadi zu besserer Orientierung:

- Astrophotographie der Himmelsregion am westlichen Nachthimmel im November



Abb. 34 Photographische Aufnahme mit einem horizontalen Bildwinkel von 100 Bogengrad.



Abb. 35 Mit Darstellung und Benennung der heutigen Sternbilder sowie der dazugehörigen Sterne mit Eigennamen

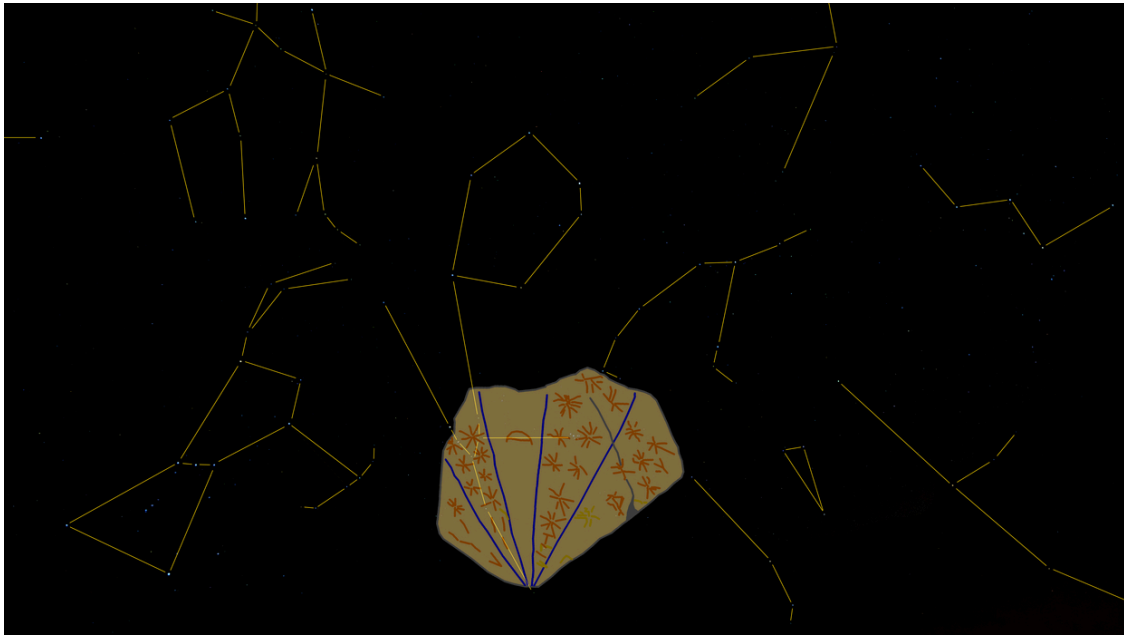


Abb. 36 Mit eingepasster Himmelstafel

Animation der photographische Aufnahme mit Einblendung der heutigen Sternbilder, deren Bezeichnungen, deren Sternen mit Eigennamen und der eingepassten Himmelstafel von Tal-Qadi.

2.8.2 Vollmond

Das folgende Bild zeigt, wie mit der Himmelstafel von Tal-Qadi die ekliptikalen Breite des Vollmonds gemessen werden kann, indem sie zwischen vier markanten Sternen eingepasst wird, die in Bezug auf die Plejaden in der Mitte der Anordnung in vier senkrecht zueinander stehenden Richtungen liegen. Wird die Himmelstafel zwischen dem Hauptstern des Sternbilds Stier (Taurus) **Aldebaran** links in der Kerbe des halblinken Segments, dem Sternenpaar **ζ Persei** und **Atik** im Sternbild Perseus an der Oberkante des halbrechten Segments und **\circ Tauri** im radialen Zentrum unten eingepasst, schneidet die Ekliptik die gerade Kante am äußersten rechten Segment sowohl mittig, als auch senkrecht dazu. Der Stern **Bharani** im Widder (Aries) befindet sich dann direkt an der rechten oberen Ecke der langen geraden Kante.

- Astrophotographie der Himmelsregion mit Vollmond in der Nacht vom 28. auf den 29. November 2020

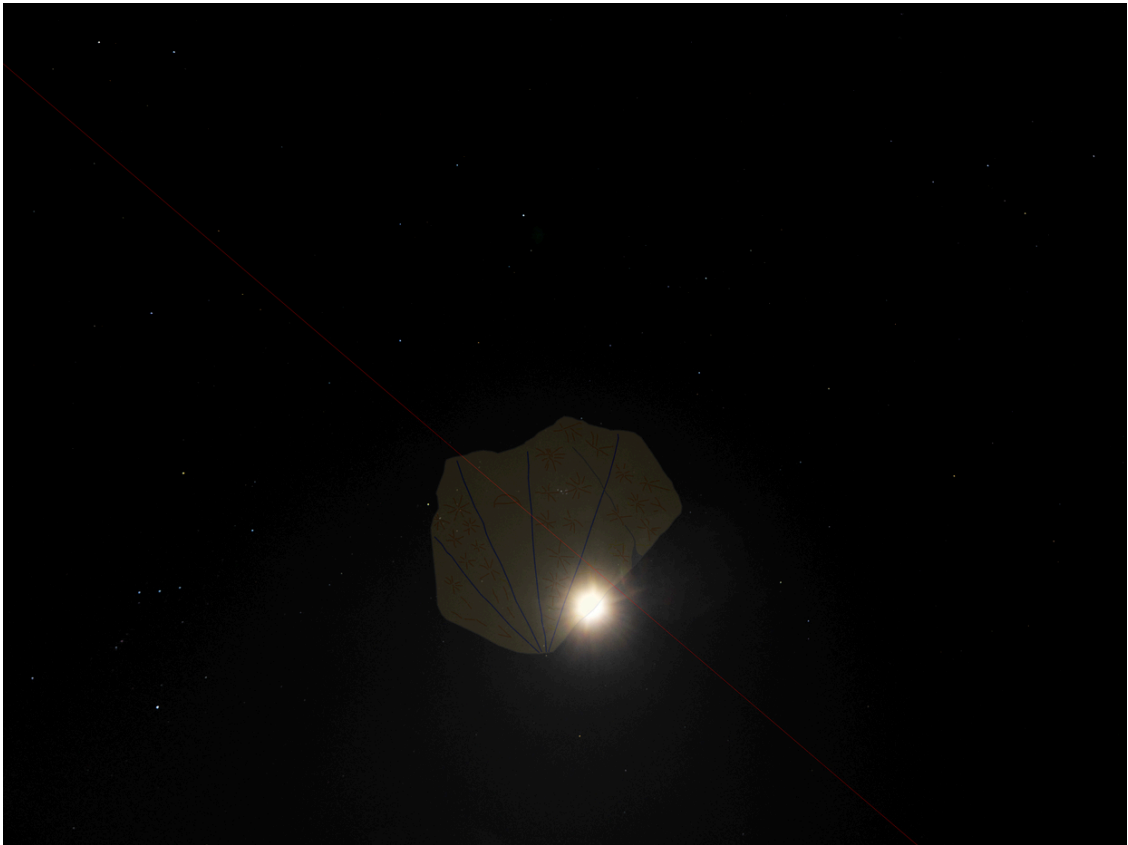


Abb. 37 Mit eingepasster Himmelstafel (Ekliptik rot gepunktete Linie). Unterhalb vom Mond der rötliche Stern **Menkar** (α Ceti) im Sternbild Walfisch (Cetus).

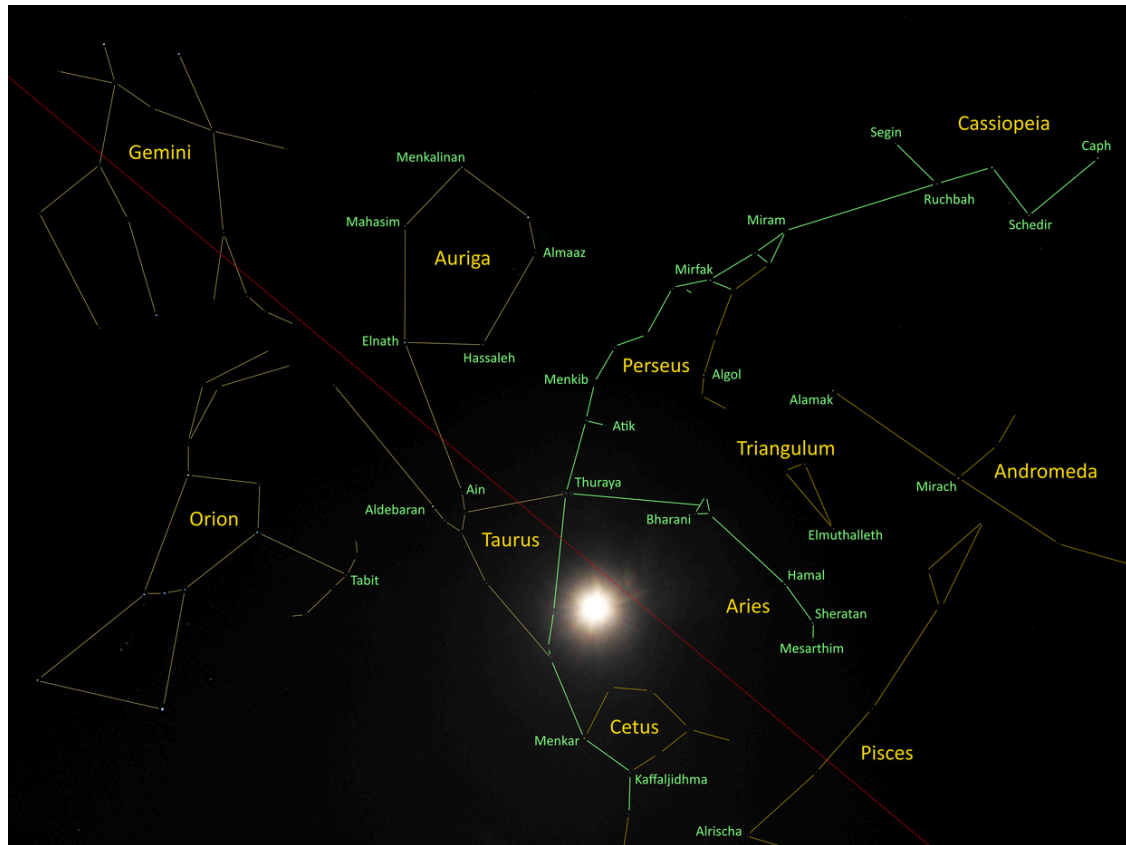


Abb. 38 Mit dem beduinischen Sternbild **Hände der Thuraya** (grüne durchgezogene Linien, die Ekliptik ist als rot gepunktete Linie dargestellt). Die anatomischen Bestandteile von unten Mitte über die Plejaden (Thuraya) nach rechts oben: die amputierte Hand (al-**kaf al-jadhma'**), Thuraya (die kleine Reichliche, ath-**thuraya**), das Schulterblatt (al-'**atiq**), die Schulter (al-**mankib**), der Oberarm (al-'**adud**), die Ellenbogenspitze (ibrat al-**mirfaq**), der Ellenbogen (al-**mirfaq**), die Ellenbogengrube (al-**ma'bid**), der Unterarm von Thuraya (dhira' ath-**thuraya**), die Tätowierung de Handgelenks (washm al-**mi'sam**), die Henna-gefärbte Hand (al-**kaf al-khadib**).

Thuraya wird von den Beduinen auch als der fette Schwanz des Asterismus *Lamm* (al-hamal) interpretiert. Dies entspricht dem griechischen Sternbild Widder (Aries). Der Stern Hamal steht für die kleinen Hörner des Lammes.^[34] Der Arm der Thuraya mit der amputierten Hand und der Asterismus Lamm bilden zusammen einen Trichter, durch den alle Wandelgestirne auf der Ekliptik in das Goldene Tor der Ekliptik eintreten.

Der Mond hatte während der Aufnahme eine (südliche) ekliptikale Breite von - 3,0 Bogengrad und stand im zweiten Mondhaus beim Stern Bharani im Sternbild Widder (Aries).

2.8.3 Venus

Die folgenden Bilder zeigen ein Anwendungsbeispiel mit der eingepassten Himmelstafel von Tal-Qadi bei der Messung der ekliptikalen Breite der Venus, die im Moment der Aufnahme eine (nördliche) ekliptikale Breite von 3,0 Bogengrad hatte:

- Anwendungsbeispiel der Himmelstafel bei der Messung der ekliptikalen Breite der Venus



Abb. 39 Die helle Venus am 23. März 2020 in der Abenddämmerung mit den hellsten Sternen (bis 4^m) elf Tage vor dem Erreichen des Goldenen Tors der Ekliptik bei den Plejaden (Bildmitte).



Abb. 40 Die Venus bei vollständiger Dunkelheit im Kegel des Zodiakallichts 8 Grad über dem westlichen Horizont mit allen Sternen bis zur achten Größenklasse (8^m).



Abb. 41 Die nördliche ekliptikale Breite der Venus (dünne rote gestrichelte Linien), also ihr Abstand von der Ekliptik (dicke rote gestrichelte Linie), betrug 3 Bogengrad.

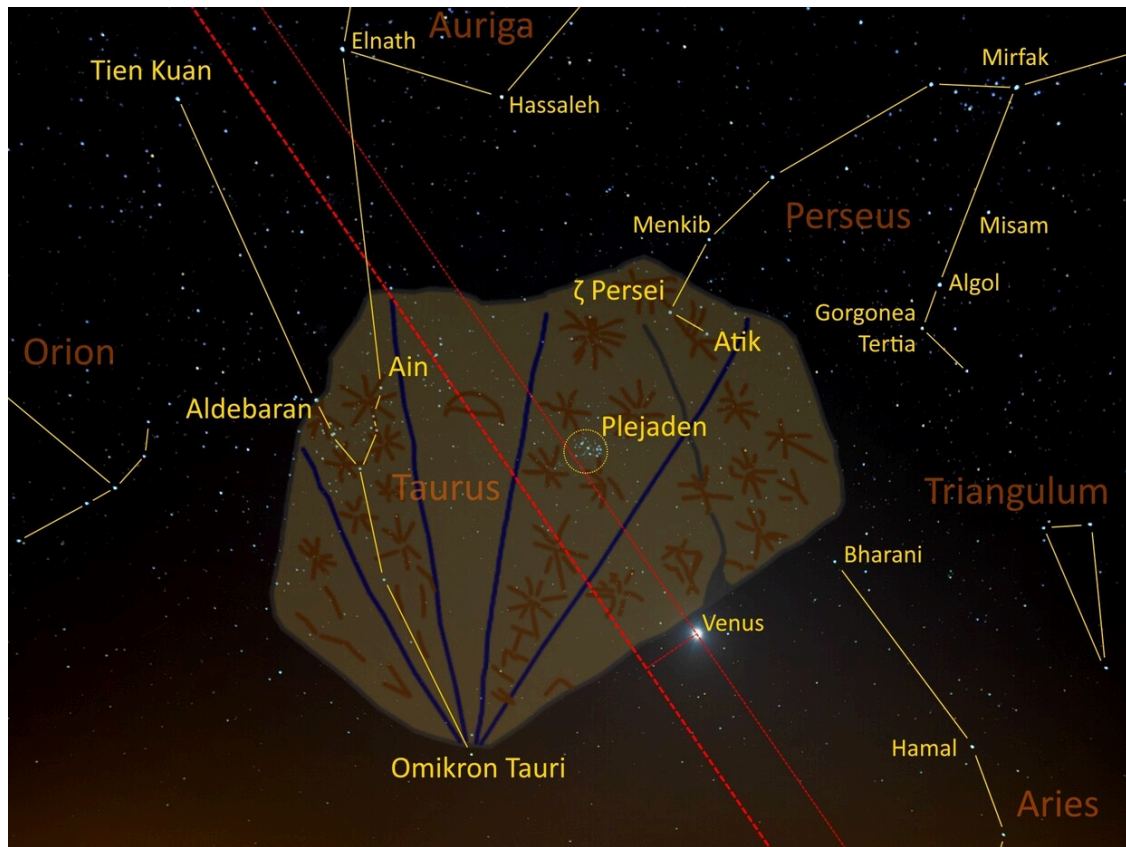


Abb. 42 Lage der in 0,6 Meter Entfernung vom Beobachter zwischen α Tauri (Omikron Tauri, unten), Aldebaran (an der Kerbe links oben) und dem hinteren Fuß von Perseus (ζ Persei und Atik rechts oben)) in den Sternenhimmel eingepassten Himmelstafel mit den Ekliptiklinien und den heutigen Sternbildern.

2.8.4 Mars

Hier ein Anwendungsbeispiel mit der zwischen den Sternen Aldebaran (α Tauri) im Sternbild Stier (Taurus), Atik (ζ Persei) im Sternbild Perseus, Bharani (41 Arietis) im Sternbild Widder (Aries) und α Tauri (omikron Tauri) eingepassten Himmelstafel von Tal-Qadi bei der Messung der ekliptikalen Breite vom Planeten Mars am 12. Februar 2021, 24 Tage vor dessen Erreichen des Goldenen Tors der Ekliptik. Der Mars hatte während der Aufnahme eine (nördliche) ekliptikale Breite von 1,35 Bogengrad, und somit nur etwas weniger als der Stern Botein (δ Arietis) direkt links neben Mars in der Abbildung bereits innerhalb der Himmelstafel.

- Anwendungsbeispiel der Himmelstafel bei der Messung der ekliptikalen Breite des Mars

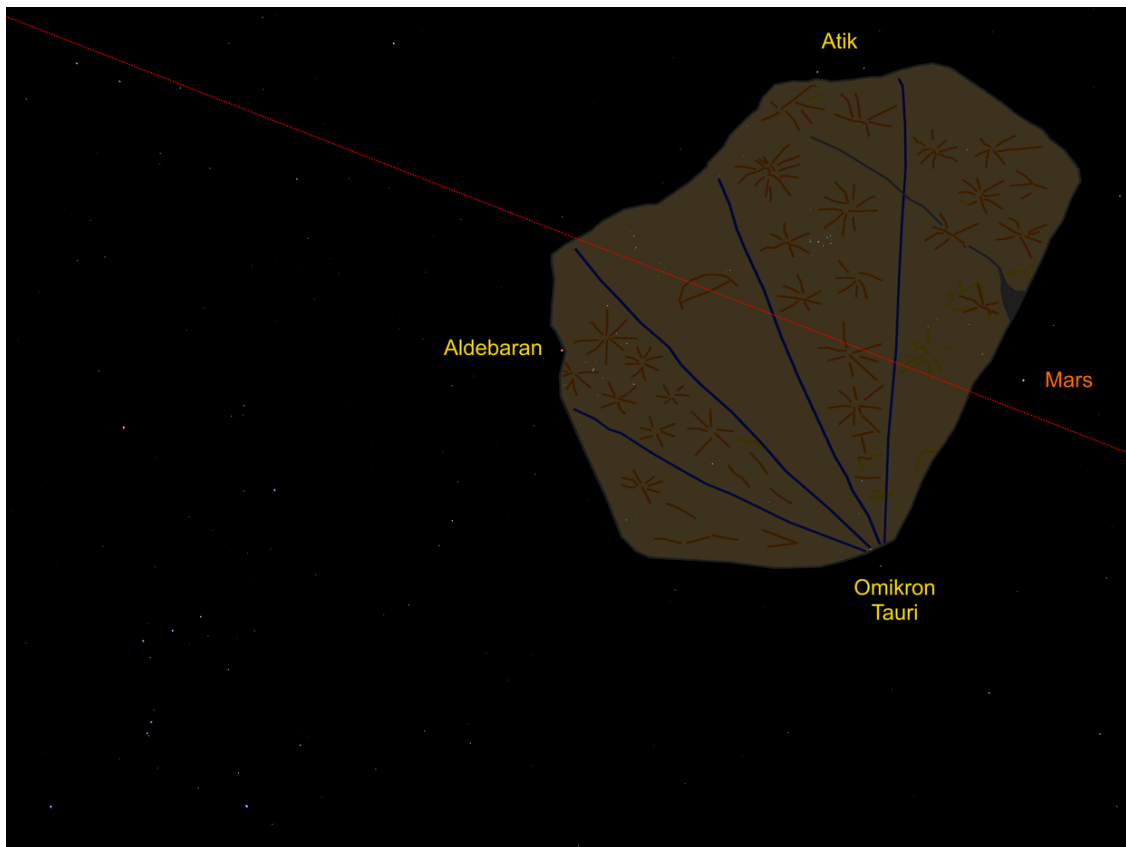


Abb. 43 Messung der ekliptikalen Breite vom Planeten Mars, die Ekliptiklinie ist rot punktiert dargestellt. Das Sternbild Orion befindet sich vollständig am linken Bildrand. Die beiden Sterne Menkar (α Ceti) und Kaffaljdhma (γ Ceti) im Sternbild Walfisch (Cetus) befinden sich in der rechten unteren Ecke. Der Stern Bharani (41 Arietis) im Sternbild Widder (Aries) liegt direkt am Bildrand rechts neben der rechten Ecke der Himmelstafel. Links oben direkt südlich der Ekliptik die beiden Sterne Tejat Posterior (μ Gemini oder Calx) und Tejat Prior (η Gemini oder Propus) im Sternbild Zwillinge (Gemini). Oben links der Mitte der Stern Elnath (β Tauri) im Sternbild Stier (Taurus).

2.9 Schlussbetrachtung

Jeder Astronom weiß, wie schwierig es ist, in der Dunkelheit der Nacht Geräte zu bedienen sowie Dokumente zu lesen oder zu schreiben. Eine gut ertastbare und gegebenenfalls vom Dämmerlicht oder von roter Glut in moderater und für eine gleichzeitige Himmelsbeobachtung hinnehmbarer Weise beleuchtete Tafel ist in diesem Kontext gewiss ein brauchbares Hilfsmittel.

Mit den hier dargelegten und naheliegenden Annahmen wäre die Himmelstafel von Tal-Qadi nicht nur ein historisch bedeutendes Abbild des maltesischen Abendhimmels vor rund 4500 Jahren, sondern hätte bereits zu diesem Zeitpunkt für die Bestimmung von kalendarischen Daten und zur Vorhersage von Sternbedeckungen gedient. Dies wäre ein Beleg für die

frühen und keineswegs trivialen astronomischen Kenntnisse der damaligen Bewohner der Insel.

2.10 Widmung

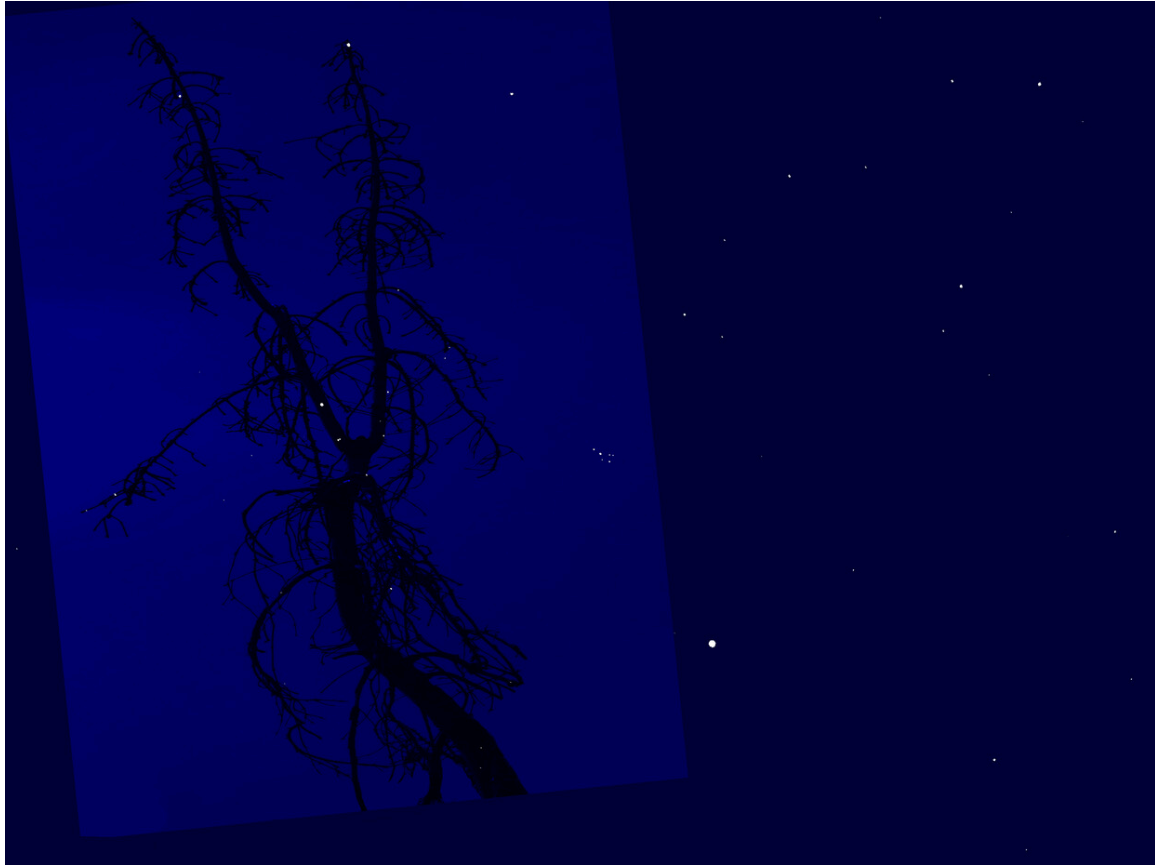


Abb. 44 Das Goldene Tor der Ekliptik als Photomontage mit der Kontur einer abgestorbenen Fichte, die zufälliger Weise die Form des Stierkopfs darstellt. Unten in der Mitte die helle Venus, in der Bildmitte die Plejaden und rechts oben das Sternbild Perseus.

Diese Zusammenstellung ist dem deutschen Wissenschaftler Friedrich Wilhelm Bessel¹⁶ (* 1784; † 1846) gewidmet, der völlig zu Unrecht unbeachtet im Schatten der prominenten Persönlichkeiten seiner Zeit und seines Umfelds steht.

¹⁷Air de Cour "Je suis ravi de mon Uranie" von Étienne Moulinié (1625). Die Urania war im antiken Griechenland die Schutzgöttin der Sternkunde. Der Hauptautor dankt besonders seinem Hochschullehrer Fritz Hinderer¹⁸ (* 1912; † 1991). Er hat ihn mit seiner stets freundlichen, interessierten und zugewandten Art sowie seinem profunden Wissen nicht nur

¹⁶ https://de.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Wilhelm_Bessel

¹⁷ https://de.wikibooks.org/wiki/Datei:Je_suis_ravi_de_mon_Uranie.ogg

¹⁸ https://de.wikipedia.org/wiki/Fritz_Hinderer

die Astrophysik gelehrt, sondern ihm mit seinem sehr umfangreichen astronomischen Handwerkszeug auch die zahlreichen Facetten der astronomischen Beobachtung nahegebracht.

2.11 Einzelnachweise

1. Halley (1986) - Begleiter der Jahrhunderte¹⁹, Astro Corner
2. Rita Gautschy: solar eclipse -2146/05/18²⁰, Kanon der Sonnenfinsternisse von 2501 vor Christus bis 1000 nach Christus, Version 2.0, Januar 2012
3. Laut zweiter Schautafeln im Internationalen Maritimen Museum Hamburg, September 2021
4. Aeneis - Buch 1 - Vers 12²¹
5. Siehe Hesekiel, Kapitel 27²², Einheitsübersetzung, bibleserver.com
6. Siehe Genesis, Kapitel 10²³, Einheitsübersetzung, bibleserver.com
7. Isaac Kalimi: Anhang C (1)²⁴, Zur Geschichtsschreibung des Chronisten: Literarisch-historiographische Abweichungen der Chronik von ihren Paralleltexten in den Samuel- und Königsbüchern, Band 226 von Beihefte zur Zeitschrift für die alttestamentliche Wissenschaft, Seite 338 ff., Walter de Gruyter, 2016, ISBN 9783110884036²⁵
8. Siehe Erstes Buch der Könige, Kapitel 10, Vers 22²⁶, Einheitsübersetzung, bibleserver.com
9. Siehe Psalm 72,10²⁷, Einheitsübersetzung, bibleserver.com
10. Siehe Buch Jona, Kapitel 1, Vers 3²⁸, Einheitsübersetzung, bibleserver.com
11. 2.000 Jahre vor Stonehenge... – Das Sonnenobservatorium von Goseck²⁹, sciexx, 1. Februar 2008
12. Rolf d'Aujourd'hui: Belchen³⁰, Historisches Lexikon der Schweiz, 7. Mai 2002, Bern
13. Kiril Kirilov: An excerpt of my Magura cave paintings study³¹, 1. November 2014
14. Exodus 13,21+22³², bibleserver.com, Einheitsübersetzung 2016
15. Chris Micallef: „The Tal-Qadi Stone: A Moon Calendar or Star Map“, The Oracle, Number 2, 2001, pages 36 to 44
16. Stone fragment with incised rays, stars, and crescent³³, New York University, Institute for Studies of the Study of the Ancient World, Globigerina Limestone. H. 23.5, W. 30.0, D. 4.5 cm Tal-Qadi Temple (Malta) HM-NMA: 21314

19 http://www.astrocorner.de/index/02_wissen/01_kosmologie/01_sonnensystem/06_kometen/1p.php

20 <http://www.gautschy.ch/~rita/archast/solec/PLOTS/2150v/solec-21460518.png>

21 <http://www.thelatinlibrary.com/vergil/aen1.shtml>

22 <https://www.bibleserver.com/EU/Hesekiel27>

23 <https://www.bibleserver.com/EU/1.Mose10%2C4>

24 <https://books.google.de/books?id=Y5dsDwAAQBAJ&lpg=PA340&ots=91KM3t6rg0&dq=Iadanana&hl=de&pg=PA340#v=onepage&q=Iadanana&f=false>

25 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9783110884036>

26 <https://www.bibleserver.com/EU/1.K%3CB6nige10%2C22>

27 <https://www.bibleserver.com/EU/Psalm72%2C10>

28 <https://www.bibleserver.com/EU/Jona1%2C3>

29 <https://www.scinexx.de/dossierartikel/2-000-jahre-vor-stonehenge/>

30 <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/016127/2002-05-07/>

31 <https://magnaaura.wordpress.com/2014/11/01/an-excerpt-of-my-magura-cave-paintings-study/>

32 <https://www.bibleserver.com/EU/2.Mose13%2C21-22>

33 <https://isaw.nyu.edu/exhibitions/fire/checklist/25-stone-fragment-with-incised-rays-stars-and.jpg>

17. National Museum of Archaeology³⁴
18. Peter Kurzmann: Weitere Untersuchungen zur neolithischen Sternkarte von Tal-Qadi auf Malta³⁵, Archäologie online, 10. Juli 2016
19. Kalkstein - Eigenschaften, Entstehung und Verwendung³⁶, steine-und-minerale.de
20. Luigi Maria Ugolini: *Malta: Origini della Civiltà Mediterranea*, Seite 128, Malta, La Libreria dello Stato, 1934
21. Siehe auch Klaus Albrecht: *Die „Sternenkarte“ von Tal-Qadi (Malta) und die Ausrichtung des Tempels von Tal-Qadi nach Osten*, Kapitel 9 in: Gudrun Wolfschmidt (Herausgeberin): *Orientierung, Navigation und Zeitbestimmung - Wie der Himmel den Lebensraum des Menschen prägt*, Tagung der Gesellschaft für Archäoastronomie in Hamburg 2017, aus der Reihe *Nuncius Hamburgensis - Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften*, Band 42
22. Peter Kurzmann: Die neolithische Sternkarte von Tal-Qadi auf Malta³⁷, Archäologie online, 25. Juli 2014
23. Ernst von Bunsen: *Die Plejaden und der Thierkreis oder: Das Geheimnis der Symbole*, Verlag von Mitscher und Röstel, Berlin, 1879
24. Offenbarung des Johannes, Kapitel 22, Vers 13³⁸], bibleserver.com, Einheitsübersetzung
25. Frank Ventura, Michael Hoskin: Temples of Malta³⁹, in: Clive Ruggles (Herausgeber), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, 7. Juli 2014, Seiten 1421-1430, Springer, New York, ISBN 978-1-4614-6140-1⁴⁰
26. Kai Helge Wirth: „The Zodiac of Malta - The Tal Qadi Stone Enigma - Ultimate proof of Newtons Theory“, 2016, 2. Auflage, ISBN 978-3741250590⁴¹
27. Isaac Newton: *The Chronology of Ancient Kingdoms Amended*⁴², London, 1728
28. Isaac Newton: *A Short Chronicle from the First Memory of Things in Europe, to the Conquest of Persia by Alexander the Great*⁴³
29. Dirk Lorenzen: Aldebaran-Bedeckung am frühen Morgen - Sternbedeckung wie einst bei Copernicus⁴⁴, Deutschlandfunk, 5. November 2017
30. Werner Papke: *Zwei Plejaden-Schaltregeln aus dem 3. Jahrtausend*, Archiv für Orientforschung, 31. Band, 1984, Seiten 67-70
31. 29–30. November 2020 Halbschatten-Mondfinsternis⁴⁵, timeanddate.de, Time and Date AS, Stavanger, Norwegen
32. Emilie Savage-Smith: *Islamicate Celestial Globes - Their History, Construction, and Use*, Smithsonian Studies in History and Technology, Nummer 46, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 1985

34 <https://heritagemalta.org/national-museum-of-archaeology/>

35 <https://www.archaeologie-online.de/artikel/2016/weitere-untersuchungen-zur-neolithischen-sternkarte-von-tal-qadi-malta/>

36 <http://www.steine-und-minerale.de/atlas.php?f=3&l=K&name=Kalkstein>

37 <https://www.archaeologie-online.de/artikel/2014/die-neolithische-sternkarte-von-tal-qadi-auf-malta/>

38 <https://www.bibleserver.com/EU/Offenbarung22%2C13>

39 https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6141-8_133

40 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9781461461401>

41 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9783741250590>

42 <http://www.argonauts-book.com/isaac-newton.html>

43 <http://www.newtonproject.ox.ac.uk/view/texts/normalized/THEM00185>

44 https://www.deutschlandfunk.de/aldebaran-bedeckung-am-fruehen-morgen-sternbedeckung-wie.732.de.html?dram:article_id=399510

45 <https://www.timeanddate.de/finsternis/mond/2020-november-30>

33. Danielle Adams: Thuraya, the Abundant Darling of the Heavens - The quintessential asterism⁴⁶, Two Deserts, one sky - Arab Star Calendars, 3 December 2015
34. Danielle Adams: The Lamb - A folkloric celestial complex⁴⁷, Two Deserts, one sky - Arab Star Calendars, 2017

46 <http://onesky.arizona.edu/2015/12/thuraya-the-abundant-darling-of-the-heavens/>

47 <http://onesky.arizona.edu/arab-star-names/the-lamb/>

3 Die Plejaden

Die **Plejaden** sind mit dem Mond und den fünf mit bloßem Auge sichtbaren Planeten, das auffälligste Objekt am Nachthimmel.

3.1 Die Sterne der Plejaden

Die Plejaden bestehen aus insgesamt über eintausend einzelnen Sternen. Sie gehören zu einem offenen Sternhaufen und sind unserem Sonnensystem zwar nicht so groß und so nah wie der ebenfalls im Sternbild Stier (Taurus) gelegene Sternhaufen der nur 153 Lichtjahre entfernten **Hyaden**, mit einer Entfernung von rund 400 Lichtjahren sind sie dennoch nah genug, dass einzelne der helleren Sterne mit bloßem Auge unterschieden werden können.

Diese beiden Sternhaufen bilden das Goldene Tor der Ekliptik, durch das im Laufe der Zeiten immer wieder alle Wandelgestirne hindurchziehen.

→ Siehe auch Exkurs **Das Goldene Tor der Ekliptik**¹.

- Der offene Sternhaufen der Plejaden

¹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme#Das_Goldene_Tor_der_Ekliptik



Abb. 45 Zum Frühlingsbeginn am Abendhimmel im Internationalen Sternenpark Westhavelland.



Abb. 46 Die Hauptsterne am Abendhimmel Anfang Januar in Berlin.



Abb. 47 Mit den Namen der Hauptsterne.

Die hellsten sieben Hauptsterne der Plejaden sind im Folgenden aufgelistet:

Die sieben Hauptsterne der Plejaden	
Eigenname	Scheinbare Helligkeit
Alkione	3,0 ^m
Atlas	3,5 ^m
Electra	3,5 ^m
Maia	4,0 ^m
Merope	4,0 ^m
Taygeta	4,0 ^m
Pleione	≈5,0 ^m

Anmerkung: Die numerische Größenklasse der scheinbaren Helligkeit wird durch ein nach- und hochgestelltes m (für *magnitudo* beziehungsweise kürzer auch *mag*) gekennzeichnet. Eine um eine Größenklasse höhere Zahl, bedeutet eine Abnahme der scheinbaren Helligkeit um einen Faktor von rund 2,5. Der Helligkeitsunterschied zwischen dem hellsten Stern des Nachthimmels Sirius ($-1,5^m$) und den dunkelsten gerade noch mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Sternen (6^m) entspricht demzufolge einem Verhältnis von 1000 zu 1.

Die scheinbare Helligkeit sagt nichts über die Größe, Entfernung oder absolute Helligkeit eines Sternes aus.

→ Siehe auch Exkurs **Zur Sieben**².

Zwei weitere, etwas dunklere Sterne des Sternhaufens haben ebenfalls Eigennamen, nämlich *Celaeno* (5,5^m) und *Asterope* (6,0^m). Alle weiteren sichtbaren Sterne sind deutlich dunkler. Für den Sternhaufen resultiert insgesamt eine scheinbare Helligkeit von ungefähr 1,5^m.

3.2 Sichtbarkeit

Die Plejaden stehen heute sowohl am 20. Mai (in Konjunktion zur Sonne sind sie dann unsichtbar) als auch am 18. November (in Opposition zur Sonne und um Mitternacht mit maximaler Höhe über dem südlichen Horizont) im Meridian. Der Meridian ist der gedachte Großkreis, der sowohl durch die beiden Himmelspole als auch durch den Zenit und den Nadir läuft. Im Winter und im Frühjahr sind die Plejaden am Abendhimmel in westlicher Richtung und im Sommer und im Herbst am Morgenhimmel in östlicher Richtung zu beobachten.

Seit jeher hatten die zu beobachtenden Auf- und Untergänge der Plejaden eine hohe kulturelle und wissenschaftliche Bedeutung. Heliakische Aufgänge sind hierbei "zur Sonne gehörend", also in Nähe zur aufgehenden Sonne (Morgenerst), und akronychische Untergänge befinden sich "am Rand der beginnenden Nacht", also in Nähe zur untergehenden Sonne (Abendletzt). Für die Beobachtung der Plejaden muss die Sonne allerdings unter dem Horizont stehen, und der Abstand zur Sonne (also die Elongation) muss mehr als 18 Bogengrad betragen, damit das in der Atmosphäre gestreute Sonnenlicht die Sterne des Sternhaufens nicht überstrahlt.

Die akronychischen Aufgänge (Abenderst) sowie die heliakischen Untergänge (Morgenletzt) spielen für Fixsterne (und somit auch für die Plejaden) keine Rolle, da diese im Gegensatz zum Mond, zu den Planeten und zu Kometen in den Nächten zwischen Morgenerst und Abendletzt immer zu sehen sind.

Um 2320 vor Christus befanden sich die Plejaden genau auf der ekliptikalen Länge des Frühlingspunkts und der akronychische Untergang fand demzufolge zirka 20 Tage vor Frühlingsbeginn also am Anfang des Monats März statt, der in alten Sonnenkalendern der erste Monat des Jahres war. Um 1000 vor Christus hatten die Plejaden eine ekliptikale Länge von rund 18 Bogengrad, so dass der akronychische Untergang genau zum Frühlingsbeginn erfolgte.

Der Zeitpunkt des heliakischen Aufgangs der Plejaden in Bezug auf die durch die Mondphasen bestimmten zwölf Monate machte diese im babylonischen Lunisolarkalender zu einem Kalendergestirn. Wenn der Aufgang sich bis in den dritten Kalendermonat (Simanu) verschoben hatte, wurde ein dreizehnter Schaltmonat eingelegt, womit die Kalendermonate wieder mit dem Frühlingsbeginn des Sonnenjahrs synchronisiert werden konnten.

Auch die neuseeländischen Māori orientierten sich am heliakischen Aufgang der Plejaden, um den Termin des Neujahrs festzulegen und mit der Aussaat zu beginnen.

² https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Zur_Sieben

Da die Pole der Ekliptik 3000 Jahre vor Christus in der Nähe des Meridians lagen, gingen die Plejaden überall auf der Erde exakt im Westen (bei einem Azimut von 270 Bogengrad) unter und exakt im Osten (bei einem Azimut von 90 Bogengrad) auf, und waren daher täglich und ganzjährig zur Bestimmung dieser ausgezeichneten Himmelsrichtungen geeignet.

Vor 5000 Jahren gingen die Plejaden auf der Linie des Horizonts ungefähr bei 7 Bogengrad nördlich der Ekliptik auf und bei 4 Bogengrad nördlich der Ekliptik unter. Heute gehen die Plejaden auf der Linie des Horizonts fast unverändert ungefähr bei 7 Bogengrad nördlich der Ekliptik auf und bei 5 Bogengrad nördlich der Ekliptik unter.

Vom Elsässer **Belchen** aus gesehen gehen die Plejaden heute beispielsweise immer über dem Kleinen **Belchen** auf, wo auch die Sonne bei der Sommersonnenwende aufgeht. Am 1. Mai, also an dem Tag, an dem die Plejaden in unserer heutigen Zeit in der maltesischen Abenddämmerung verschwunden sind, geht sie genau über dem höchsten Berg der Vogesen, dem Großen **Belchen** auf. Dieser wurde vermutlich dem keltischen Lichtgott **Belenus** geweiht, dessen Feiertag **Beltane** auf den 1. Mai fällt. Der Schwarzwälder **Belchen** befindet sich exakt in östlicher Richtung, also auf dem gleichen Breitengrad wie der Elsässer **Belchen** (47,82° nördliche Breite). An den beiden Tagen der Tag-und-Nacht-Gleiche beim Frühlings- und Herbstanfang gehen Himmelsobjekte, die sich in der Nähe des Frühlingsbeziehungsweise des Herbstpunktes der Sonne befinden (also auch die Plejaden, die sich vor 5000 Jahren dort befanden), vom Elsässer **Belchen** aus gesehen genau im Osten über dem Schwarzwälder **Belchen** auf beziehungsweise vom Schwarzwälder **Belchen** aus gesehen genau im Westen über dem Elsässer **Belchen** unter.^[1]

3.3 Darstellungen im Altertum

Bei den Plejaden handelt es sich um einen äußerst auffälligen Asterismus in der Nähe der Ekliptik, und sie sind daher praktisch von jedem Ort der Erde viele Monate lang in der Nacht zu sehen. Die einzelnen Sterne können vom Mond bedeckt werden, und so ist es nicht verwunderlich, dass ihnen zu allen Zeiten und an allen Orten eine besondere Bedeutung am Sternenhimmel zugeordnet wurde.

Es wird diskutiert, ob die Plejaden innerhalb des Sternbilds Stier (Taurus) bereits in den steinzeitlichen Zeichnungen in der **Höhle von Lascaux** dargestellt sind.^{[2][3]}

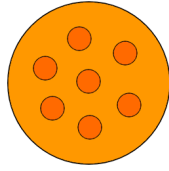
In der neolithischen **Magura-Höhle** in Bulgarien tauchen bei den Höhlenmalereien zum Beispiel sehr viele Figuren mit zum Himmel erhobenen Armen auf.^[4] Viele Figuren ähneln deutlich dem heutigen Sternbild Orion. An der Wand eines Korridors gibt es eine mythisch anmutende Gruppe mit einer Siebengestalt. In einer anderen größeren Zusammenstellung sind in der oberen Hälfte zahlreiche Gestalten mit erhobenen Händen zu erkennen, wohingegen darunter eher eine irdische Szene mit Menschen und Tieren zu sehen ist. Auch mehrere sonnen- und mondartige sowie stierartige und stierkopffartige Figuren sind in der Nachbarschaft dieser Darstellungen zu erkennen. Es ist daher eine naheliegende Annahme, dass die erwähnte Siebengestalt die Plejaden oder vielleicht auch die sieben Wandelgestirne symbolisieren könnte.

Die Plejaden sind vermutlich auf der **Himmelscheibe von Nebra** aus der frühen Bronzezeit (um 2000 vor Christus) als sieben goldene Scheibchen abgebildet. Auch das 1891 in

Allach bei München gefundene **keltische Eisenschwert** aus dem dritten Jahrhundert vor Christus ist mit goldenen Tauschierungen ausgeführt, die die Plejaden zeigen.^[5]

In Mesopotamien sind die Plejaden auf den aus Ton gefertigten assyrischen MUL.APIN-Keilschrifttafeln der **Astrolab B Kalender** verzeichnet.

Auch auf dem bronzezeitlichen **Diskos von Phaistos** von der Insel Kreta taucht 17 Mal ein kreisförmiges Symbol mit sieben innenliegenden Punkten auf, das mit den Plejaden in



Verbindung gebracht wurde: ^[6]

Ähnliche Vermutungen gibt es für eine Anordnung von sieben Löchern beim **Kalenderstein von Leodagger** in Niederösterreich.^[7]

- Mögliche altertümliche Darstellungen der Plejaden



Abb. 49 Die Siebengestalt an der dritten Station der neolithischen Magura-Höhle in Bulgarien. Siehe auch Wikibook **Die Höhlenmalerei in der Magura-Höhle** / Abschnitt **Dritte Station**^a.

^a https://de.wikibooks.org/wiki/Die_H%C3%B6hlenmalerei_in_der_Magura-H%C3%B6hle#Dritte_Station



Abb. 50 Die Himmelsscheibe von Nebra, Deutschland.

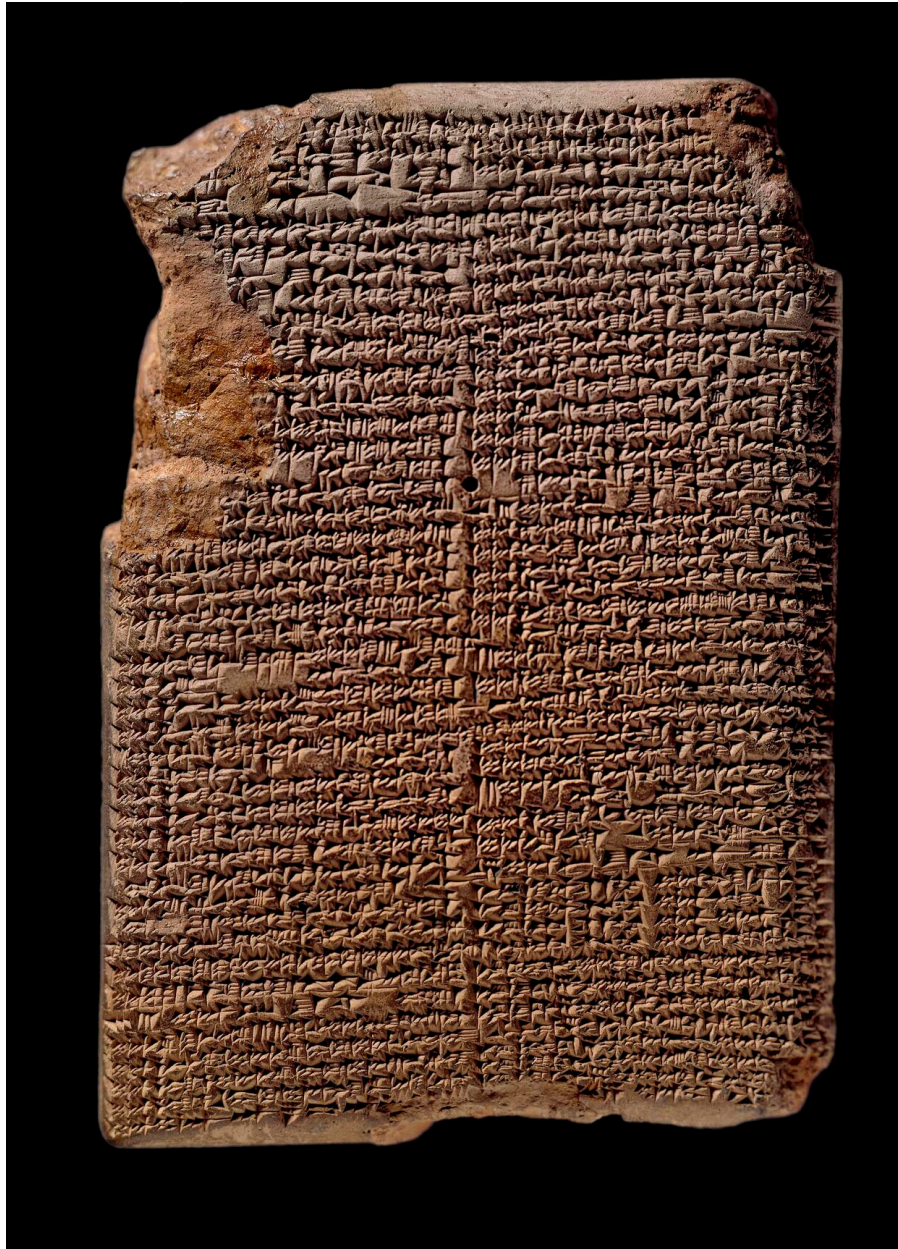


Abb. 51 Zweispartige MUL-APIN-Tafel aus Ton mit den astronomischen Abhandlungen zu Himmelsabschnitten, Daten von Auf- und Untergängen sowie 18 Mondstationen inklusive der drei ersten: die Plejaden, der Himmelsstier und Orion.



Abb. 52 Der Diskos von Phaistos, Kreta.



Abb. 53 Ungefähr zwei Meter großer Stein in der Nähe des Ortes Lillianes im Aostatal in Norditalien, dessen ungefähr 4200 vor Christi Geburt hergestellte Mulden mit den Plejaden identifiziert wurden.^[8]



Abb. 54 Sieben Näpfchen im Kalenderstein von Leodagger, Österreich.

3.4 Überlieferungen

Die Plejaden hatten in vielen Kulturen also eine besondere Bedeutung und tauchen häufig in bildlichen Darstellungen auf. Sie sind ein Kalendergestirn, nach dessen Auf- und Untergängen schon im Altertum landwirtschaftliche und seefahrerische Tätigkeiten ausgerichtet wurden, wie es zum Beispiel schon bei den griechischen Dichtern Hesiod³ um 700 vor Christus^{[9][10]} oder Aratos von Soloi⁴ (* zirka 310 vor Christus; † 245 vor Christus) belegt ist. Hesiod erwähnt in seinem Text auch, dass die Plejaden im Frühjahr für vierzig Tage und Nächte nicht zu sehen sind, da sie vom Sonnenlicht überstrahlt werden. Der Name *Plejaden* geht auf die sieben Töchter des Titanen *Atlas* und seiner Gattin, der Okeanide *Pleione*, aus der griechischen Mythologie zurück. Sie heißen: *Alkyone*, *Halcyone*, *Asterope* (oder *Sterope*), *Kelaino*, *Maia*, *Merope* und *Taygete*.

Die Plejaden werden im Deutschen auch **Siebengestirn** genannt, was den unmittelbaren Bezug zur magischen, mystischen und göttlichen Zahl Sieben herstellt.^[11]

Für die Plejaden sind zahllose Synonyme im Gebrauch:^{[12][13][14][15]}

³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Hesiod>

⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Aratos_von_Soloi

Regensterne, Schiffersterne, Buschelsterni, Staubkörner, Sieb, Glucke, Henne, Tauben, Weintraube, Traube, Frühlingsjungfern, Sieben Schwestern, Töchter des Atlas (auch Atlantiden, Atlantiaden), ...

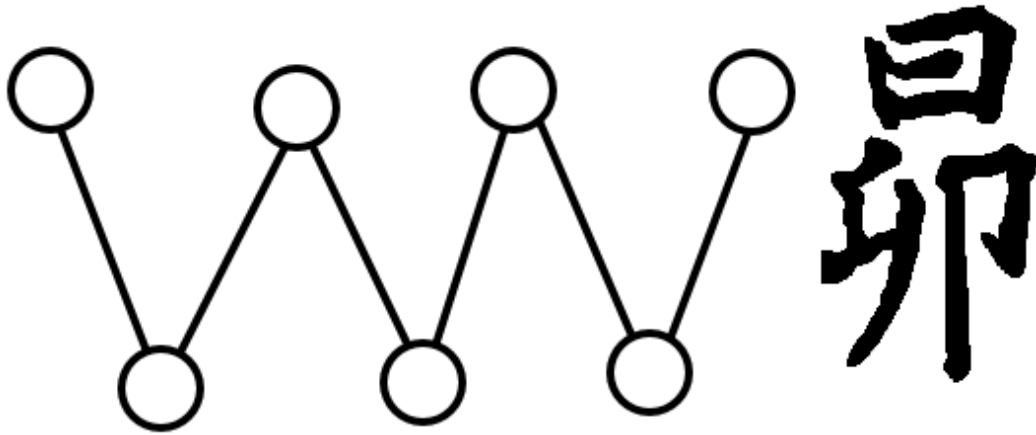


Abb. 55 Zeichen für die Plejaden nach dem japanischen Kosmologen Abe no Seimei (* 921; † 1005).^[16]

In den meisten Sprachen hatten und haben sie einen Eigennamen:

althochdeutsch **thaz sibunstirri** (das Siebenstirn), polnisch **baby** (alte Weiber), russisch **baba** (altes Weib), japanisch **Subaru** (Versammlung), türkisch **Ülker**, aztekisch **Tianquiztli** (Marktplatz), sumerisch **Mul-Mul** (Sterne), akkadisch **Zappu** (Haufen), lateinisch **Vergiliae** (Geflecht), griechisch **heptasteros** (Siebenstern), arabisch **Al-Thurayya** (Kronleuchter oder die vielen Kleinen)^[17], hebräisch **Kimah** (Häuflein), indisch **Krittika** (sechs Nymphen, die ihren Sohn, den hinduistischen Gott Karttikeya, aufzogen), chinesisch **Mǎo** (昴 = haariger Kopf des Sternbilds "Weißer Tiger"), australisch **Mormodellick**^[18], maorisch **Matariki**, polynesisch **Matarii** (Gesellschaftsinseln)^[18], hawaiisch **Makali'i**, aragonesisch **As Crabetas**, walisisch **Twr Tewdws**, finnisch **Seulaset** (Siebchen oder Siebengestirn), ...

Im **Alten Testament** wird der Sternhaufen drei Mal erwähnt, allerdings weisen die verschiedenen Übersetzungen keine einheitlichen Bezeichnungen oder Begriffe auf. Das 9. Kapitel „Gottes Macht und die Ohnmacht des Menschen“ des Buches Hiob erwähnt die vier auffälligsten Sternkonstellationen im 9. Vers: „Er macht das Sternbild des **Bären**, den **Orion**, das **Siebengestirn**, die **Kammern des Südens**.“ (Vulgata: „Qui facit **Arcturum et Oriona et Hyadas et interiora austri**.“, Septuaginta: „ὁ ποιῶν **Πλειάδα** καὶ **Εσπερον** καὶ **Ἀρκτοῦρον** καὶ **ταμειῖα νότου**“). Im 31. Vers des 38. Kapitels heißt es dann: „Knüpfst du die Bande des **Siebengestirns** oder löst du des **Orions** Fesseln?“ (Vulgata: „Numquid coniungere valebis nexus stellarum **Pleiadum** aut funiculum **Arcturi** poteris solvere?“; Septuaginta: „συνῆκας δὲ δεσμὸν **Πλειάδος** καὶ φραγμὸν **Ὀρίωνος** ἤνοιξας“). Im Buch des Propheten Amos im Kapitel 5, Vers 8 heißt es zu den beiden benachbarten Konstellationen: „Er hat das **Siebengestirn** und den **Orion** erschaffen; er verwand-

delt die Finsternis in den hellen Morgen, er verdunkelt den Tag zur Nacht.“ (Nova Vulgata: „Qui facit stellas **Pliadis** et **Orionem**“, Vulgata: „facientem **Arcturum** et **Orionem**“, Septuaginta: „ποιῶν πάντα καὶ μετασκευάζων“).

Der Begriff **Quarantäne** (vom Französischen „quarantaine (de jours)“ = „vierzig Tage“) hängt mit den Plejaden zusammen, da diese in den subtropischen Breiten (heute) vom 1. Mai bis zum 9. Juni, also vierzig Tage lang, von der Sonne überstrahlt werden und dann selbst der hellste Stern dieser Konstellation, Alkione (η Tauri), mit bloßem Auge erst kurz nach Sonnenuntergang nicht mehr und dann kurz vor Sonnenaufgang noch nicht wieder gesehen werden kann. Das sternkundige Volk der Babylonier soll bei der Wiederkehr der Plejaden am Morgenhimmel aus Freude darüber vierzig Schilfrohre abgebrannt haben.

Nach der Unsichtbarkeit der Plejaden begann im alten Ägypten vierzig Tage lang das **Nilwasser** zu steigen und ebenso lange wieder zu fallen.^[19]

Noah öffnete nach vierzig Tagen das Fenster seiner **Arche**^[20], und Moses verbrachte vierzig Tage auf dem Gottesberg Sinai.^[21] Es ist vor diesem Hintergrund nicht verwunderlich, dass im Neuen Testament Jesus dann auch vierzig Tage in der Wüste fastet^[22]^[23]^[24], weswegen es in der österlichen Bußzeit heute ebenfalls vierzig Fastentage gibt.

Bei den **Kiowa-Indianern** geht die Sage, dass sieben Mädchen sich vor mehreren Bären auf einen Felsen flüchteten und ihn anflehten sie zu retten. Daraufhin sei dieser heute als **Devils Tower** bekannte Vulkankegelstumpf immer weiter in den Himmel gewachsen und brachte die Mädchen schließlich als die Plejaden an das Firmament. Die von den Bärenkrallen an den Flanken des Berges verursachten vertikalen Schrammen seien immernoch zu sehen.^[25]

Die **Inuit** erzählen sich die Legende, dass ein großer Bär die Menschheit bedrohte und von Hunden an den Himmel verjagt wurde. Die Hundemeute würde als die Plejaden diesen Bären heute weiterhin verfolgen.^[14]

Die australischen Ureinwohner der **Loritja** erzählen sich, dass sieben Mädchen während der Unsichtbarkeit der Plejaden auf die Erde kommen und einen Feuertanz aufführen.^[26]

Im Zusammenhang mit der Tatsache, dass der **Kuckuck** im Frühsommer aufhört zu singen und dass die Plejaden in den Breitengraden der klimatisch gemäßigten Zonen dann deutlich länger nicht zu sehen sind, gibt es eine deutsche Sage über einen hartherzigen Bäcker, der bis zur Sommersonnenwende 72 Tage lang vergeblich nach seiner Frau und seinen Töchtern ruft. In dieser Sage es heißt:

Vom Ursprung der Plejaden wird erzählt: Christus ging an einem Bäckerladen vorüber, wo frisches Brot duftete und sandte seine Jünger hin, ein Brot zu erbitten. Der Bäcker schlug es ab, doch von Ferne stand die Bäckersfrau mit ihren sechs Töchtern und gab das Brot heimlich. Dafür sind sie als Siebengestirn an den Himmel versetzt, der Bäcker aber ist zum Kuckuck geworden und so lange er Frühjahrs ruft, von Tiburtii (Anmerkung: Namenstag Tiburtii von Rom⁵ ist der 14. April) bis Johannis (Anmerkung: Namenstag Johannes' des Täufers⁶ ist der 24. Juni (Johannistag)), ist das Siebengestirn am Himmel [nicht] sichtbar.^[12]

⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/Tiburtii_von_Rom

⁶ https://de.wikipedia.org/wiki/Johannes_der_T%C3%A4ufer

In norddeutschen, ostpreußischen und böhmischen Sagen gibt es Varianten dieser Geschichte, bei denen der Kuckuck die geflüchteten Familienangehörigen nicht zurückrufen kann beziehungsweise deren Rache fürchtet.^{[13][27]} Eine Mecklenburgische Volksüberlieferung lautet:

Viertig Dag un viertig Nacht darf de Kukuk sik man sehn laten, denn is dat Soebenstiern hier wech; wenn dat wedderkümmt, denn mööt de Kukuk wider.^[28]

Bei zwei dänischen Varianten geht es um eine Frau mit sieben unehelichen Kindern und um ein zerstrittenes Ehepaar.^{[29][30]}

3.5 Einzelnachweise

1. Walter Eichin und Andreas Bohner: Das Belchen-System⁷, Universitätsbibliothek Freiburg im Breisgau, in: *Das Markgräflerland: Beiträge zu seiner Geschichte und Kultur*, 47, 1985, Heft 2, Seiten 176 bis 185
2. Dirk Lorenzen: Astronomie in der Höhle⁸, Deutschlandfunk, 11. September 2015
3. Sternenkarten in der Eiszeithöhle – Astronomie in den Höhlenmalereien von Lascaux?⁹, scinexx, 1. Februar 2008
4. Kiril Kirilov: The origin of civilizations according to the prehistoric paintings of Magura cave¹⁰, 29. Juni 2017
5. Peter Kurzmann: Die Plejaden in Gold auf einem keltischen Schwert¹¹, Archäologische Informationen 39, 2016, 239-246
6. Angelika Merk-Schäfer: Der Diskos von Phaistos - ein Venus- und Mondkalender im Kontext der minoischen Altpalastzeit auf Kreta. Die mit Symbolen gestempelte Scheibe aus gebranntem Ton ist höchstwahrscheinlich ein Agrar- und Ritualkalender im Dienste der Mond- und Venus-Gottheiten im minoischen Kreta.¹², drmerkschaefer.files.wordpress.com, Juni 2015
7. Irene Hager, Hans Katzgraber, Karl Aigner, Stefan Borovits, Ernst Bellant: *Die Darstellung von (konkreten oder symbolischen?) Himmelsobjekten auf dem Plateau des Kalendersteins in Leodagger (Niederösterreich)*, in: *Himmelswelten und Kosmovisionen, Imaginationen, Modelle, Weltanschauungen*, Abstractbook 2019, Seite 5 und 6, Gesellschaft für Archäoastronomie, Wien
8. The Pleiades carved by prehistoric people in the Alps¹³, ANSA, Virgilio Notizie, 12 January 2008
9. Hesiodos: Werke und Tage (EPTA KAI HMEPAI)¹⁴, Egon und Gisela Gottwein, 13. Juni 2019

7 <http://dl.ub.uni-freiburg.de/diglit/mgl-1985-02/0178>

8 https://www.deutschlandfunk.de/astronomie-astronomie-in-der-hoehle.732.de.html?dram:article_id=329579

9 <https://www.scinexx.de/dossierartikel/sternenkarten-in-der-eiszeithoehle/>

10 <https://magnaaura.wordpress.com/2017/06/29/the-origin-of-civilizations-according-to-the-prehistoric-paintings-of-magura-cave/>

11 <https://www.archaeologie-online.de/artikel/2014/plejaden-auf-einem-keltischen-schwert/>

12 <https://drmerkschaefer.files.wordpress.com/2016/10/der-diskos-von-phaistos-1-20062015.pdf>

13 <https://www.stonepages.com/news/archives/002663.html>

14 <https://www.gottwein.de/Grie/hes/ergde.php>

10. Hesiod: Hauslehren II. (Ἔργα καὶ ἡμέραι)¹⁵, Projekt Gutenberg.de, übersetzt von Johann Heinrich Voß
11. Ferdinand Freiherr von Andrian-Werburg: *Die Siebenzahl im Geistesleben der Völker*, in: *Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien*, Band 31, Seiten 225 bis 274, 1901
12. Jacob Grimm: Kapitel XXII - Himmel und Gestirne¹⁶, Abschnitt *Gestirne / Plejaden*, in: *Deutsche Mythologie*, zweite Ausgabe von 1844
13. Siehe auch: *Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens*, Band 9, *Sternbilder II, 3. Plejaden*, Göschen'sche Verlagshandlung, 1941
14. The Pleiades in mythology¹⁷, Pleiade Associates, Bristol, United Kingdom
15. Siehe auch: Pleiades in folklore and literature¹⁸ in der englischsprachigen Wikipedia
16. Teru Karasawa: Abe no Seimei¹⁹, Doppelseite 58, Shinseikan, Tokio, 1912
17. Emilie Savage-Smith: *A Descriptive Catalogue of Oriental Manuscripts at St John's College*, Seite 132, St. John's College, University of Oxford, Oxford University Press, 2005, ISBN 9780199201952²⁰
18. Ernst von Bunsen: *Die Plejaden und der Thierkreis oder: Das Geheimnis der Symbole*, Verlag von Mitscher und Röstel, Berlin, 1879
19. Christian Schulz: *Handbuch der Physik: für diejenigen welche Freunde der Natur sind, ohne jedoch Gelehrte zu seyn*, Band 2, Kapitel 11, Seite 254, Hilscher, Leipzig, 1791
20. Genesis, Kapitel 8, Vers 6²¹, bibleserver.com, Einheitsübersetzung (2016)
21. Exodus, Kapitel 24, Vers 18²², bibleserver.com, Einheitsübersetzung (2016)
22. Evangelium nach Matthäus, Kapitel 4²³, bibleserver.com, Einheitsübersetzung (2016)
23. Evangelium nach Lukas, Kapitel 4²⁴, bibleserver.com, Einheitsübersetzung (2016)
24. Evangelium nach Markus, Kapitel 1, Vers 12 und 13²⁵, bibleserver.com, Einheitsübersetzung (2016)
25. First Stories - Devils Tower National Monument (U.S. National Park Service)²⁶, Devils Tower National Monument Visitor Center, 17. März 2019
26. Carl Strehlow: *Mythen, Sagen und Märchen des Loritja-Stammes*, Baer & Company, 1907
27. Oskar Dähnhardt: 3. Entstehung des Kuckucks: 1 Aus Ostpreußen / 2 Aus Mecklenburg / 3 Aus Pommern²⁷, *Natursagen. Eine Sammlung naturdeutender Sagen, Märchen, Fabeln und Legenden*], 4 Bände, Leipzig/Berlin, 1907 bis 1912, Seiten 426 bis 428
28. Richard Wossidlo: *Mecklenburgische Volksüberlieferungen, 2 Die Tiere im Munde des Volkes*, Verlag Hinstorff, Seite 411, 1899

15 <https://www.projekt-gutenberg.org/hesiod/hauslehr/hausleh2.html>

16 <https://www.projekt-gutenberg.org/grimm/demyth/chap022.html>

17 http://www.pleiade.org/pleiades_02.html

18 https://de.wikipedia.org/wiki/en:Pleiades_in_folklore_and_literature

19 <https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/759925/58>

20 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9780199201952>

21 <https://www.bibleserver.com/EU/1.Mose8%2C6>

22 <https://www.bibleserver.com/EU/2.Mose24%2C18>

23 <https://www.bibleserver.com/EU/Matth%C3%A4us4>

24 <https://www.bibleserver.com/EU/Lukas4>

25 <https://www.bibleserver.com/EU/Markus1%2C12>

26 <https://www.nps.gov/deto/learn/historyculture/first-stories.htm>

27 <http://www.zeno.org/nid/20007806434>

29. Oskar Dähnhardt: 3. Entstehung des Kuckucks: 4 a) und 4 b) Aus Dänemark²⁸, Natursagen. Eine Sammlung naturdeutender Sagen, Märchen, Fabeln und Legenden]], 4 Bände, Leipzig/Berlin, 11907 bis 1912, Seiten 426 bis 428
30. Evald Tang Kristensen: *Jayske Folkeminder IV*, 335, Nummer 428

²⁸ <http://www.zeno.org/nid/20007806434>

4 Astronomische Bezugssysteme

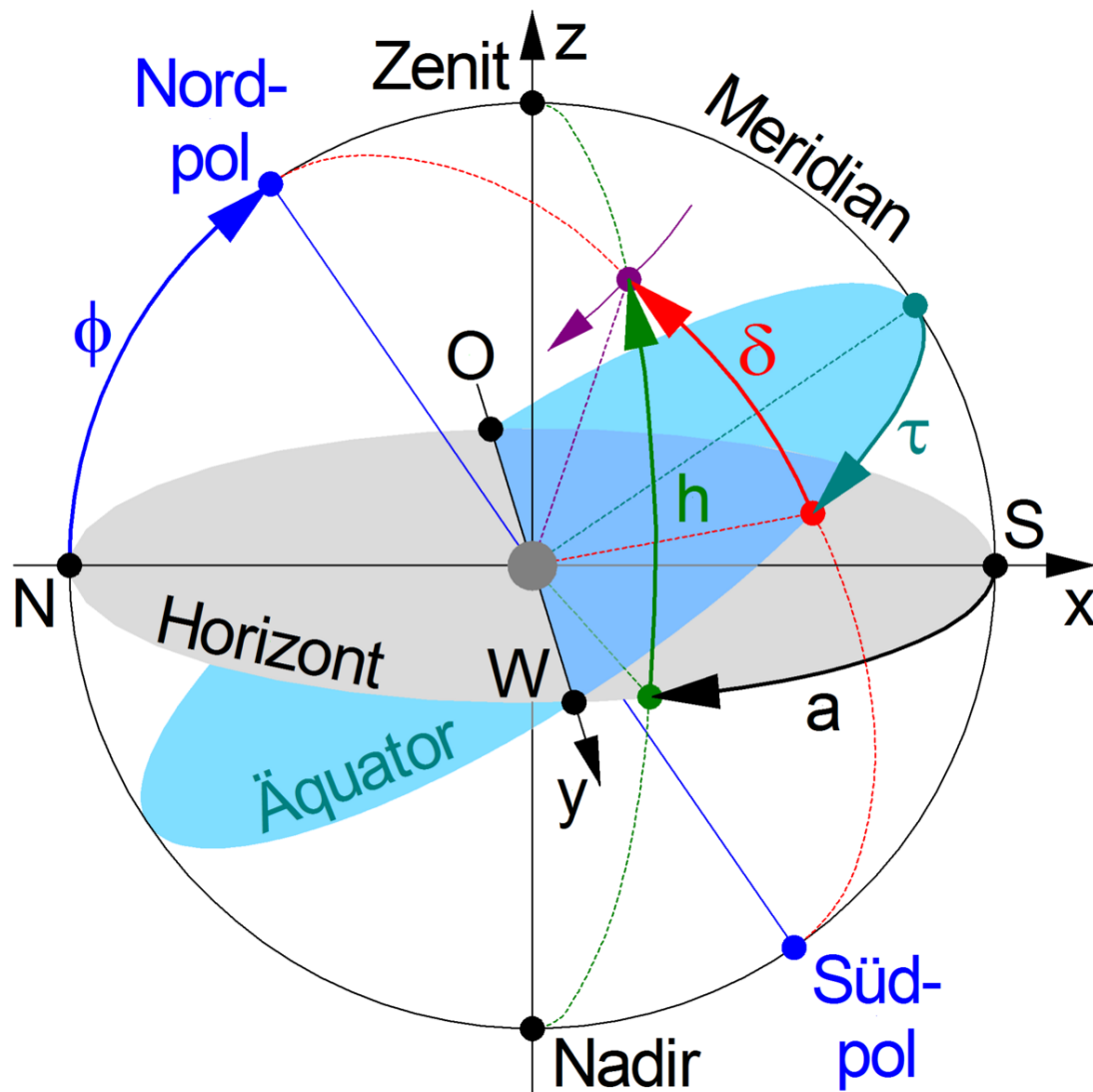


Abb. 56 Beziehung zwischen horizontalem und äquatorialem Koordinatensystem bei einer Himmelsbeobachtung auf dem Breitengrad ϕ .
 Im **Horizontsystem** die vier Himmelsrichtungen Norden (N), Osten (O), Süden (S) und Westen (W), senkrecht nach oben der Zenit, senkrecht nach unten der Nadir, die orthogonalen Koordinaten x , y und z sowie der Azimut a und der Höhenwinkel h .
 Im **Äquatorialsystem** die beiden Himmelspole Nordpol und Südpol, der Stundenwinkel τ und die Deklination δ .

Bei der unmittelbaren Beobachtung der Bahnen der Fixsterne gibt es zwei natürliche Bezugssysteme, nämlich das horizontale und das äquatoriale. Für die Beobachtung der sieben gegenüber dem Fixsternhimmel beweglichen Wandelgestirne ist es sinnvoll, neben der **Horizontebene** und der **Äquatorebene** eine weitere Ebene einzuführen, nämlich die **Ekliptikebene**. Der Name **Ekliptik** leitet sich von der lateinischen Bezeichnung *linea ecliptica* (*Verdeckungslinie*) ab, die wiederum auf das altgriechische Wort *ἐκλειπτική* (*ekleiptikē* für *verdeckend*) zurückgeht. Die sieben Wandelgestirne können sich entlang der Ekliptiklinie bei Konjunktionen nicht nur begegnen, sondern die nähergelegenen können die fernerliegenden Wandelgestirne manchmal sogar bedecken, wie zum Beispiel bei Mond- oder Sonnenfinsternissen sowie Transiten.

4.1 Der Horizont

Das horizontale Koordinatensystem entspricht der täglichen Erfahrung der Umwelt, da die beiden Augen des Menschen in der Regel horizontal nebeneinander ausgerichtet sind. Ein Stein fällt im Horizontsystem immer senkrecht von oben nach unten in Richtung Erdmittelpunkt. Es ist das am häufigsten verwendete Koordinatensystem für die Orientierung im Alltag. Der ideale Horizont ist eine Kreislinie, in deren Mittelpunkt der Beobachter steht. Die Lotrichtung steht senkrecht auf dem entsprechenden Kreis, und daher hat jeder Punkt auf der Erdoberfläche ein anderes Horizontsystem, in welchem zu jedem Zeitpunkt einen anderen Ausschnitt des Himmels gesehen werden kann.

Für die Angabe von Richtungen werden die Himmelsrichtungen **Norden**, **Osten**, **Süden** und **Westen** verwendet. In Bezug auf die Nordrichtung oder alternativ in Bezug auf die Südrichtung kann auch der **Azimuth** als rechtsläufiger Winkel a angegeben werden, wobei bei Bezug auf Norden die Nordrichtung 0 Bogengrad entspricht, die Ostrichtung 90 Bogengrad, die Südrichtung 180 Bogengrad und die Westrichtung 270 Bogengrad.

Die Höhe über dem Horizont wird als **Höhenwinkel** h von 0 bis 90 Bogengrad angegeben, wobei 0 Bogengrad auf dem Horizont und 90 Bogengrad senkrecht über dem Beobachter im **Zenit** liegt. Negative Winkel liegen unter dem Horizont, und der **Nadir** liegt exakt unter dem Beobachter bei einem Höhenwinkel von -90 Bogengrad. Der **Meridian** ist der Großkreis, der durch den Nord- und Südpunkt sowie durch Zenit und Nadir geht.

Durch die Rotation der Erde ändert sich das Horizontsystem im Bezug zum Fixsternhimmel permanent.

4.2 Die Himmelspole

Bei nächtlichen Beobachtungen der Fixsterne fällt auf, dass diese sich innerhalb eines siderischen (lateinisch *sideris* = *des Sterns*, also auf den Fixsternhimmel bezogenen) Tages von knapp 24 Stunden immer auf dem gleichen Kreis von Osten nach Westen einmal um die **Himmelspole** drehen und danach im Bezug zum Horizontsystem wieder an der gleichen Stelle stehen. Ein siderischer Tag dauert hierbei ungefähr vier Minuten kürzer als ein Sonnentag, weil die Sonne sich bezogen auf den Fixsternhimmel scheinbar - bedingt durch den Umlauf der Erde um die Sonne - täglich um ein kleines Stück nach Osten (auf der nördlichen Halbkugel also nach links) bewegt. Nach einem Jahr summieren sich diese täg-

lichen Differenzen zu einem ganzen Tag auf, so dass sich jeder beliebige Stern nach einem Sonnenjahr zur gleichen Tageszeit auf- und untergeht beziehungsweise sich zu den gleichen Tageszeiten an der gleichen Stelle im Horizontsystem beziehungsweise in der entsprechenden Himmelsrichtung befindet. Dies kann durch die folgenden überschlägigen Rechnungen leicht nachvollzogen werden:

$$4 \frac{\text{Minuten}}{\text{Tag}} \cdot 360 \frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}} = 1440 \frac{\text{Minuten}}{\text{Jahr}}$$

$$\frac{1440 \frac{\text{Minuten}}{\text{Jahr}}}{60 \frac{\text{Minuten}}{\text{Stunde}}} = 24 \frac{\text{Stunden}}{\text{Jahr}}$$

$$\frac{24 \frac{\text{Stunden}}{\text{Jahr}}}{24 \frac{\text{Stunden}}{\text{Tag}}} = 1 \frac{\text{Tag}}{\text{Jahr}}$$

Der nördliche Himmelspol ist heute leicht durch den Polarstern (Polaris) im Kleinen Bären (Ursa Minor) zu finden, der die ganze Nacht (und den ganzen Tag) an derselben Stelle ziemlich genau im Norden des horizontalen Bezugssystems liegt. Alle anderen Sterne verändern im horizontalen Bezugssystem ständig ihre Lage.

Die Sterne in der Nähe des sichtbaren Himmelspols sind für einen bestimmten Beobachtungspunkt immer über dem Horizont und werden **zirkumpolare** Sterne genannt. Die zirkumpolaren Sterne des gegenüberliegenden, nicht sichtbaren Himmelspols sind nie zu sehen. Am Nordpol und am Südpol der Erde sind alle Sterne der jeweiligen Hemisphäre zirkumpolar, auf dem Äquator der Erde ist es keiner. Wegen der Neigung der Ekliptik ist von überall auf der Erde aus gesehen kein einziges ekliptikales Sternbild der Lebewesenkreiszeichen vollständig zirkumpolar.

Alle sichtbaren Sterne, die nicht zirkumpolar sind, gehen im Verlauf eines Vierundzwanzigstundentages irgendwann am östlichen Horizont auf und am westlichen Horizont unter. Die Sterne genau in der Mitte zwischen den beiden Himmelspolen liegen auf dem **Himmelsäquator**, und sie beschreiben den größten Tageskreis am Himmel, der jeweils exakt 180 Bogengrad über dem und unter dem Horizont verläuft.

Die beiden Winkel im äquatorialen Koordinatensystem, die die Lage eines beliebigen Himmelskörper definieren, sind der **Stundenwinkel** τ oder die **Rektaszension** α entlang des Himmelsäquators und die **Deklination** δ senkrecht dazu in Richtung der Himmelspole, nach Norden positiv und nach Süden negativ. Der Stundenwinkel eines Himmelsobjekts entspricht der Zeit, die seit dem letzten Durchgang des betreffenden Himmelsobjekts durch den Meridian vergangen ist, und Stundenwinkel und Rektaszension werden daher meist in Stunden angegeben. Die Rektaszension wird allerdings auf den Frühlingspunkt¹ bezogen, der sich zum Frühlingsanfang in der Sonnenmitte befindet. Die Rektaszension und die Deklination aller Fixsterne sind abgesehen von deren geringfügiger Eigenbewegung und der Verschiebung des Frühlingspunktes durch die sehr langsame Präzession der Erdachse innerhalb von wenigen Jahren praktisch konstant und werden daher in Sternenkatalogen angegeben. Die größte Differenz von Deklinationen gleichzeitig sichtbarer Himmelsobjekte wird immer in südlicher Richtung auf dem Meridian erreicht die kleinste Differenz in nördlicher Richtung auf dem Meridian.

¹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi#Der_Fr%C3%BChlingspunkt

Die **Polhöhe** ϕ ist der kleinste Winkel zwischen dem Horizont und einem Himmelspol entlang des Meridians, der genau der geographischen Breite des entsprechenden Beobachters auf der Erdkugel entspricht. Der Winkel zwischen Zenit und Himmelspol ergänzt die Polhöhe zu einem rechten Winkel mit 90 Bogengrad und entspricht gleichzeitig der Neigung zwischen Horizontalebene und Äquatorialebene. Beide Bezugssysteme teilen sich sowohl den **Ostpunkt** als auch den **Westpunkt**. Am Nordpol ist die Polhöhe +90 Bogengrad, am Südpol ist sie -90 Bogengrad, und auf dem Äquator beträgt sie 0 Bogengrad.

4.3 Der Frühlingspunkt

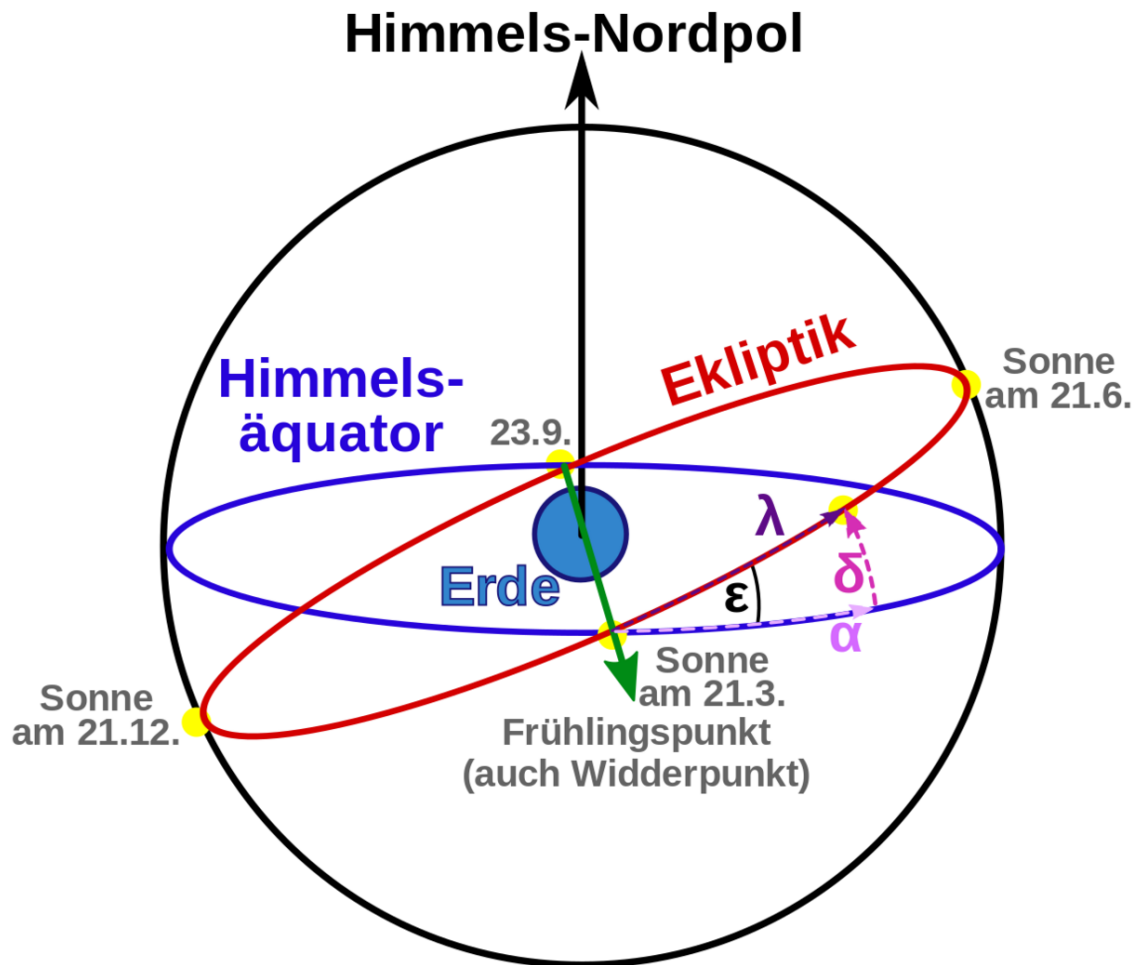


Abb. 57 Die um ϵ geneigte Lage der kreisbogenförmigen Ekliptik in Bezug zum Himmelsäquator mit seinem äquatorialen Koordinatensystem mit den Koordinaten α (Rektaszension) und δ (Deklination), die hier für die ekliptikale Länge λ dargestellt sind.

Der Frühlingspunkt (**Äquinoktialpunkt**) hatte und hat eine herausragende Bedeutung in der Himmelskunde. Wenn die Sonne (und mit ihr ein gleichzeitig auftretender Neumond) im Frühlingspunkt steht, geht sie zum Frühlingsanfang dort überall auf der Erde morgens um 6 Uhr Ortszeit genau im Osten auf und abends um 18 Uhr Ortszeit exakt im Westen

unter. Da der Vollmond von der Erde aus gesehen der Sonne immer gegenübersteht, steht ein Vollmond, der zum Frühlingsanfang auftritt, gegenüber dem Frühlingspunkt im Herbstpunkt und geht abends gegen 18 Uhr im Osten auf und morgens gegen 6 Uhr im Westen unter.

Umgekehrt steht die Sonne (und mit ihr ein gleichzeitig auftretender Neumond) zum Herbstanfang im Herbstpunkt und geht dort überall auf der Erde morgens um 6 Uhr Ortszeit genau im Osten auf und abends um 18 Uhr Ortszeit exakt im Westen unter. Ein gleichzeitig auftretender Vollmond befindet sich dann in der Nähe des Frühlingspunktes und geht morgens um 6 Uhr Ortszeit im Osten auf und abends um 18 Uhr Ortszeit im Westen unter.

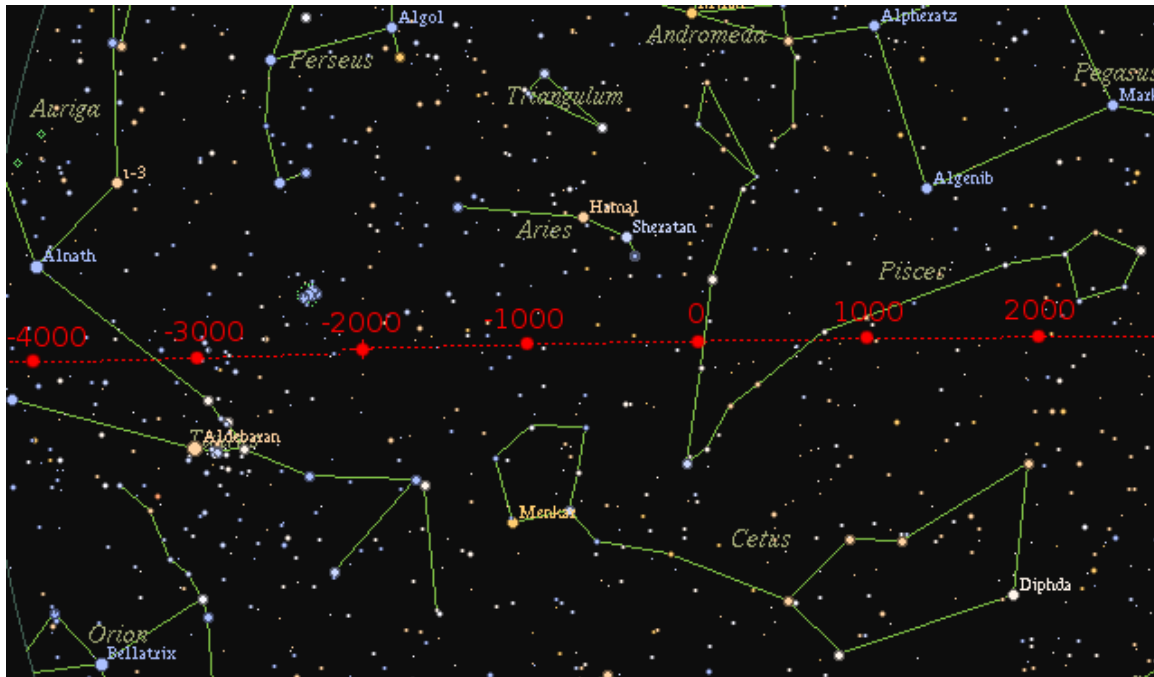


Abb. 58 Die Wanderung des Frühlingspunktes entlang der Ekliptik.

Bedingt durch die **Präzession** der Erdachse verändern sich im Zyklus von 25800 Jahren nicht nur die Lage der Himmelspole entlang einer Kreisbahn, sondern auch der Frühlingspunkt. Er durchwandert in dieser Zeit in westlicher Richtung genau einmal die gesamte Ekliptik mit ihren 360 Bogengrad. In jedem der zwölf Sternbilder entlang dieses Zodiaks mit einem Winkel von 30 Bogengrad pro Sternzeichensegment liegt er also für 2150 Jahre. Anders ausgedrückt: der Frühlingspunkt verschiebt sich in einhundert Jahren um 1,4 Bogengrad, in zehn Jahren um 8,4 Bogenminuten beziehungsweise pro Jahr um 50 Bogensekunden nach Westen. Die Lage der Ekliptik im Bezug auf den Fixsternhimmel bleibt jedoch unverändert.

→ Zum **Zodiak** und zur Zahl Zwölf siehe auch Exkurs **Zur Zwölf**².

Von vor 4500 Jahren bis heute ist der Frühlingspunkt vom Sternbild Stier (Taurus) gut 60 Bogengrad nach Westen gewandert, so dass dieses Sternbild zum Frühlingsanfang heute nicht mehr gleichzeitig mit der Sonne, sondern erst gut vier Stunden nach der Sonne untergeht und daher abends im Westen gut sichtbar ist, weil die Sonne sich vor dem Un-

² https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Zur_Zw%C3%B6lf

tergang der Hyaden und Plejaden bereits deutlich unter dem Horizont befindet. Vor rund 3000 Jahren befand sich der Frühlingspunkt dann schon im Sternbild Widder (Aries) und heute bereits im Sternbild Fische (Pisces).

Dieses Wanderverhalten war bereits in der Antike bekannt, und wurde von dem chaldäischen Gelehrten Kidinnu³ (* vermutlich um 400 vor Christus; † vermutlich 330 vor Christus) dargestellt. Nikolaus Kopernikus⁴ erkannte und benannte vor 500 Jahren die Präzession der Erdachse als Ursache für die Wanderung des Frühlingspunktes, und erst Friedrich Wilhelm Bessel⁵ konnte die Präzessionskonstante mit hoher Genauigkeit bestimmen, was 1813 von der Preußischen Akademie der Wissenschaften mit der Verleihung eines Preises gewürdigt wurde.

Der Frühlingspunkt stellt einen Anker in den Sonnenkalendern (auch Solarkalender) dar. Das jüdische Pessach sowie auch das christliche Osterfest finden seit jeher nach der Tag-Und-Nacht-Gleiche (**Äquinoktium**) im Frühjahr statt. Der Ostersonntag ist zum Beispiel der erste Sonntag nach dem ersten Vollmond, der auf dieses Äquinoktium folgt. Die Bestellung von Ackerflächen und die Aussaat von Pflanzensamen wurden und werden in vielen Kulturen mit Bezug auf den Termin des astronomischen Frühlingsanfangs durchgeführt, um gute Ernteerträge zu erhalten.

3 <https://de.wikipedia.org/wiki/Kidinnu>

4 https://de.wikipedia.org/wiki/Nikolaus_Kopernikus

5 https://de.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Wilhelm_Bessel

4.4 Die Ekliptik

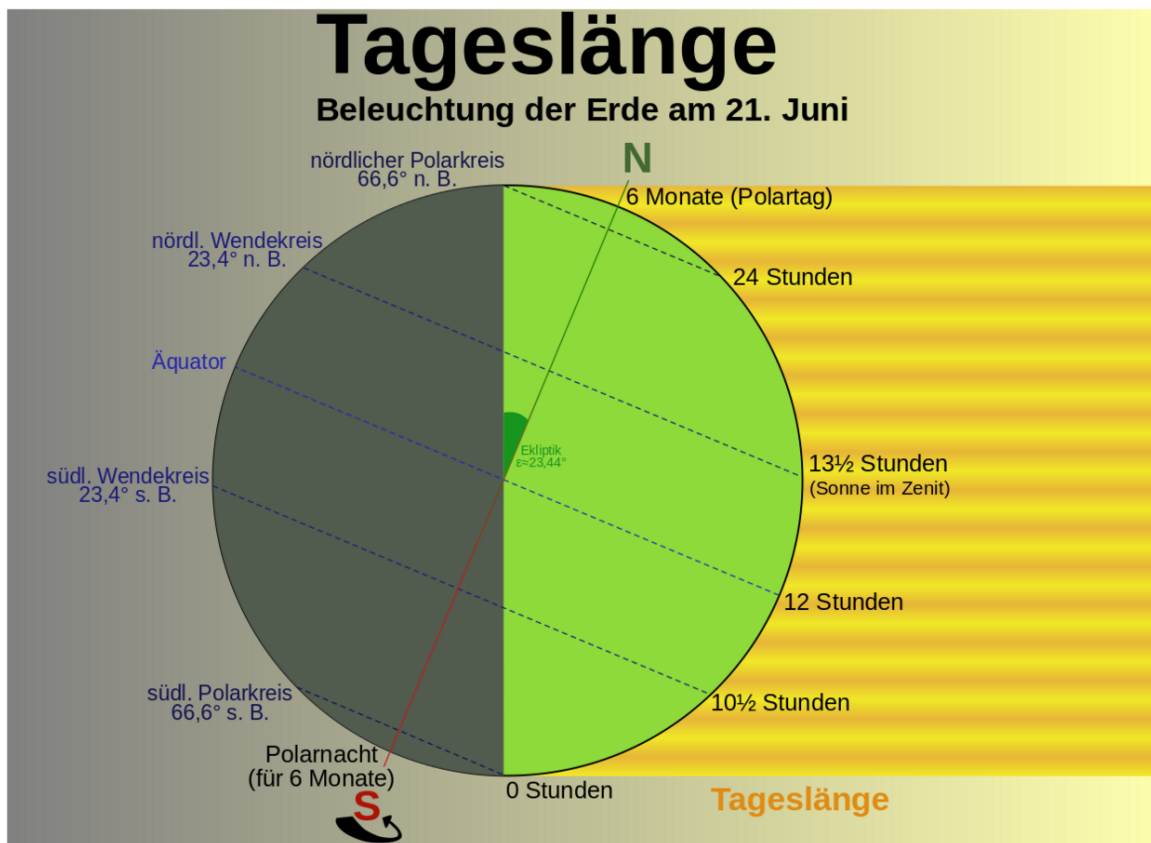


Abb. 59 Die vier Polar- und Wendekreise während der Sommersonnenwende auf der Nordhalbkugel. Die Ekliptik liegt in dieser Darstellung genau horizontal zwischen Erd- und Sonnenmittelpunkt.

Die Ekliptik ist die gedachte Ebene, in der die Erdbahn während eines Jahres um die Sonne läuft. Sie ist gegenüber dem Himmelsäquator um den Winkel ϵ von gut 23 Bogengrad geneigt, so dass auch von der **Schiefe der Ekliptik** die Rede ist. Dadurch sind vier Breitenkreise auf der Erdoberfläche festgelegt:

- Der **nördliche Wendekreis** der Sonnenbahn, auf dem die Sonne zur **Sommersonnenwende** mittags im Zenit steht.
- Der **südliche Wendekreis** der Sonnenbahn, auf dem die Sonne zur **Wintersonnenwende** mittags im Zenit steht.
- Der **nördliche Polarkreis**, wo die Sonne zur **Sommersonnenwende** gerade nicht mehr untergeht beziehungsweise wo die Sonne zur **Wintersonnenwende** gerade noch nicht aufgeht.
- Der **südliche Polarkreis**, wo die Sonne zur **Wintersonnenwende** gerade nicht mehr untergeht beziehungsweise wo die Sonne zur **Sommersonnenwende** gerade noch nicht aufgeht.

Die scheinbare tägliche Bewegung der Sonne	
--	--

Die scheinbare tägliche Bewegung der Sonne

Abb. 60 Animation der scheinbaren täglichen Bewegung der Sonne zu Beginn der vier Jahreszeiten mit den drei Ebenen des Horizonts (grün), des Äquators (rot) und der Ekliptik (blau). Die Blickrichtung verläuft von vorne im Osten (Sonnenaufgang) nach hinten im Westen (Sonnenuntergang).

Die scheinbaren Sonnenbahnen verlaufen in den Tagbögen oberhalb und in den Nachtbögen unterhalb der ruhenden **grünen Horizontalebene**, die für eine geographische Breite von 50 Bogengrad dargestellt sind. Im Süden erreichen die Tagbögen mittags ihre oberen Scheitelpunkte, und im Norden erreichen die Nachtbögen um Mitternacht ihre unteren Scheitelpunkte. Der senkrecht auf der Horizontalebene stehende **schwarze Zeiger** ist zum **Zenit** ausgerichtet.

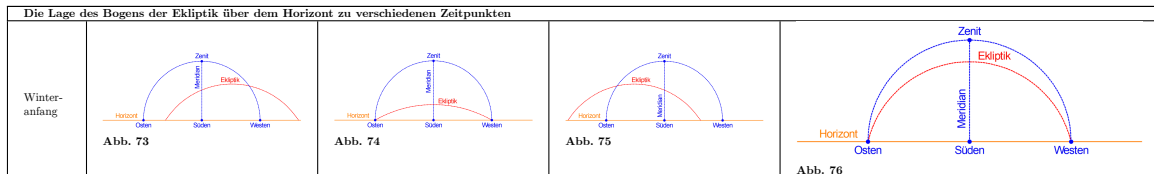
Die **braune Rotationsachse der Erde** verläuft von links unten (Himmels-südpol) nach rechts oben (Himmelsnordpol). Die Sonne im **Frühlingspunkt** ist grün eingefärbt, und ihr gegenüber befindet sich die Sonne im **Herbstpunkt**, wenn es jeweils die Tag-und-Nacht-Gleiche gibt. Zu diesen beiden Zeitpunkten befindet sich Sonne auf dem als roten Kreis dargestellten **Himmelsäquator**.

Die Ebene der **Ekliptik** ist als rotierende **blaue Scheibe** dargestellt. Die obere Sonne stellt die Situation bei der **Sommersonnenwende** dar, und die untere bei der **Wintersonnenwende**. Während der Zeit der Sommersonnenwende ist die Ekliptik mittags am stärksten und um Mitternacht am geringsten gegenüber der Horizontalebene geneigt, und während der Zeit der Wintersonnenwende ist es umgekehrt.

Zu jedem Zeitpunkt des Tages und des Jahres hat die Ekliptik gegenüber dem Horizont eine variierende Lage und eine andere Bogenlänge oberhalb des Horizonts, jedoch befindet sich der höchste Scheitel immer ungefähr in südlicher Richtung. Der Vollmond erreicht zur Sommersonnenwende um Mitternacht nur eine geringe Horizonthöhe, die Sonne steht dann mittags allerdings mit bei maximaler Horizonthöhe (unter Umständen sogar im Zenit bei einer Horizonthöhe von 90 Bogengrad), und es gibt somit den längsten Tag des Jahres. Zur Wintersonnenwende ist es umgekehrt, und es resultiert der niedrigste Sonnenstand und damit der kürzeste Tag des Jahres. Bei der Tag-und-Nacht-Gleiche zum Herbstanfang erreicht die Ekliptik zum Sonnenaufgang ihre maximale Höhe und maximal über dem Horizont sichtbare Bogenlänge und zum Sonnenuntergang das jeweilige Minimum, bei der Tag-und-Nacht-Gleiche zum Frühlingsanfang ist es wiederum umgekehrt.

Die Lage des Bogens der Ekliptik über dem Horizont zu verschiedenen Zeitpunkten

Jahreszeit	morgens	mittags	abends	nachts
Frühlingsanfang	 Abb. 61	 Abb. 62	 Abb. 63	 Abb. 64
Sommeranfang	 Abb. 65	 Abb. 66	 Abb. 67	 Abb. 68
Herbstanfang	 Abb. 69	 Abb. 70	 Abb. 71	 Abb. 72



Besonders **steile Aufgänge** im Osten und **Untergänge** im Westen sind also zu den folgenden Tageszeiten zu sehen:

- Beim Frühlingsanfang (Tag-und-Nacht-Gleiche) am Abend
- Beim Sommeranfang (Sonnenwende) am Mittag
- Beim Herbstanfang (Tag-und-Nacht-Gleiche) am Morgen
- Beim Winteranfang (Sonnenwende) um Mitternacht

Besonders **flache Aufgänge** im Osten und **Untergänge** im Westen sind entsprechend zu den folgenden Tageszeiten zu sehen:

- Beim Frühlingsanfang (Tag-und-Nacht-Gleiche) am Morgen
- Beim Sommeranfang (Sonnenwende) um Mitternacht
- Beim Herbstanfang (Tag-und-Nacht-Gleiche) am Abend
- Beim Winteranfang (Sonnenwende) am Mittag

→ In Bezug auf die vier Tages- und Jahreszeiten siehe auch Exkurs **Zur Vier**⁶.

Die **ekliptikale Länge** λ wird üblicherweise vom Frühlingspunkt aus als Winkel zwischen -180 und $+180$ Bogengrad in der Ebene der Ekliptik angegeben, zum Frühlingsanfang steht die Sonne also bei der ekliptikalen Länge null. Die **ekliptikale Breite** β wird wiederum senkrecht dazu als Winkel zwischen -90 und $+90$ Bogengrad in Richtung der Pole der Ekliptik bestimmt. Die ekliptikale Breite der Sonne β_{Sonne} ist definitionsgemäß null. Die Deklination δ eines Punktes auf der Ekliptik liegt immer zwischen $-\epsilon$ und $+\epsilon$. Im Frühlings- und Herbstpunkt ist die Deklination der Sonne gleich null, zum Sommeranfang ist sie $+\epsilon$ und beim Winterbeginn $-\epsilon$.

→ Zur scheinbaren Begegnung von beweglichen Gestirnen mit Himmelsobjekten siehe auch Exkurs **Konjunktionen**⁷.

→ Zur Verwendung von Mondstationen für die Beschreibung der ekliptikalen Länge des Mondes siehe auch **Mondhäuser**⁸.

4.4.1 Beobachtungen in der Nähe der Ekliptik

Alle sieben Wandelgestirne können entlang der Ekliptiklinie ohne technische Hilfsmittel beobachtet werden, teilweise sogar bei Tageslicht und immer auch in der Dämmerung.

Die Mondsichel kann drei Tage vor oder nach Neumond durchaus auch am Mittag gesehen werden, wenn ihre Lage am Himmel bekannt ist und sie daher mit bloßem Auge fixiert wer-

⁶ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Zur_Vier

⁷ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Konjunktionen

⁸ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Konjunktionen#Mondh%C3%A4user

den kann. Die Schattenseite des Mondes ist vom Himmelsblau dabei nicht zu unterscheiden, und nur die schmale Sichel leuchtet etwas heller und weißlicher als der Himmel.

Befindet sich die Sonne in Horizontnähe und die **Venus** bei großer Elongation, gelingt auch deren Beobachtung am Taghimmel mit bloßem Auge. Die Venus ist nach der Sonne und dem Mond mit Abstand der hellste Planet und wird wegen ihres Glanzes in der poetischen Literatur auch als „Morgenstern“ beziehungsweise „Abendstern“ bezeichnet. Ihre Aufgänge als „Morgenstern“ und ihre Untergänge als „Abendstern“ auf der Ekliptik wurden bereits im 17. vorchristlichen Jahrhundert berechnet und auf den **Venus-Tafeln** des babylonischen Königs Ammi-saduqa festgehalten. Auf einigen der keltischen **Bronzescheiben von Monasterevin** (Irland, erstes bis zweites nachchristliches Jahrhundert^[1]) ist möglicherweise der scheinbare Verlauf der Venuspositionen am Abend- und Morgenhimmel über dem Horizont in Bezug zur Sonne künstlerisch dargestellt. Die anderen Planeten (etwas irreführend manchmal auch als Wandel- oder Wandersterne bezeichnet) sind nur zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang sichtbar.

Am schwierigsten ist in nördlichen Breiten die Beobachtung des innersten Planeten **Merkur**, weil dieser nur kurzzeitig (bei großer Elongation) und bei guten Sichtverhältnissen während der Dämmerung beobachtet werden kann. Am besten gelingt dies, wenn die Ekliptik möglichst steil auf der Horizontlinie steht, weil dann die Sonne noch relativ weit unter dem Horizont steht und den Himmel noch nicht zu sehr aufhellt. Dies ist um die Tag-und-Nacht-Gleichen der Fall - im Frühjahr am Abend (der Merkur muss dann eine große östliche Elongation haben), und im Herbst am Morgen (der Merkur muss dann eine große westliche Elongation haben). Entsprechendes gilt im Übrigen auch für das Alt- und Neulicht des Mondes sowie für die Venus. Nikolaus Kopernikus hatte es bedauert, den Planeten Merkur in ermländischen Frauenburg bei einer geographischen Breite von über 54 Bogengrad selber nie beobachten oder gar dessen Position bestimmen zu können:^{[2][3][4]}

Über neuere Beobachtungen der Bewegung des Merkur

Diesen Weg, den Lauf des Planeten zu prüfen, hatten uns die Alten vorgezeichnet. Sie waren von einem heiteren Himmel begünstigt, da der Nil, wie sie berichten, nicht solche Dünste aushaucht, wie bei uns die Weichsel. Uns aber, die wir in einem rauheren Klima wohnen, versagte die Natur diese Bequemlichkeit, da die Luft selten ruhig ist, und außerdem, wegen der großen Schiefe der Himmelskugel seltener Gelegenheit ist, den Merkur zu sehen.

Nikolaus Kopernikus aus Thorn, De recentioribus Mercurii motibus observantis, 1543

- Beobachtungen bei Tageslicht und während der Dämmerung

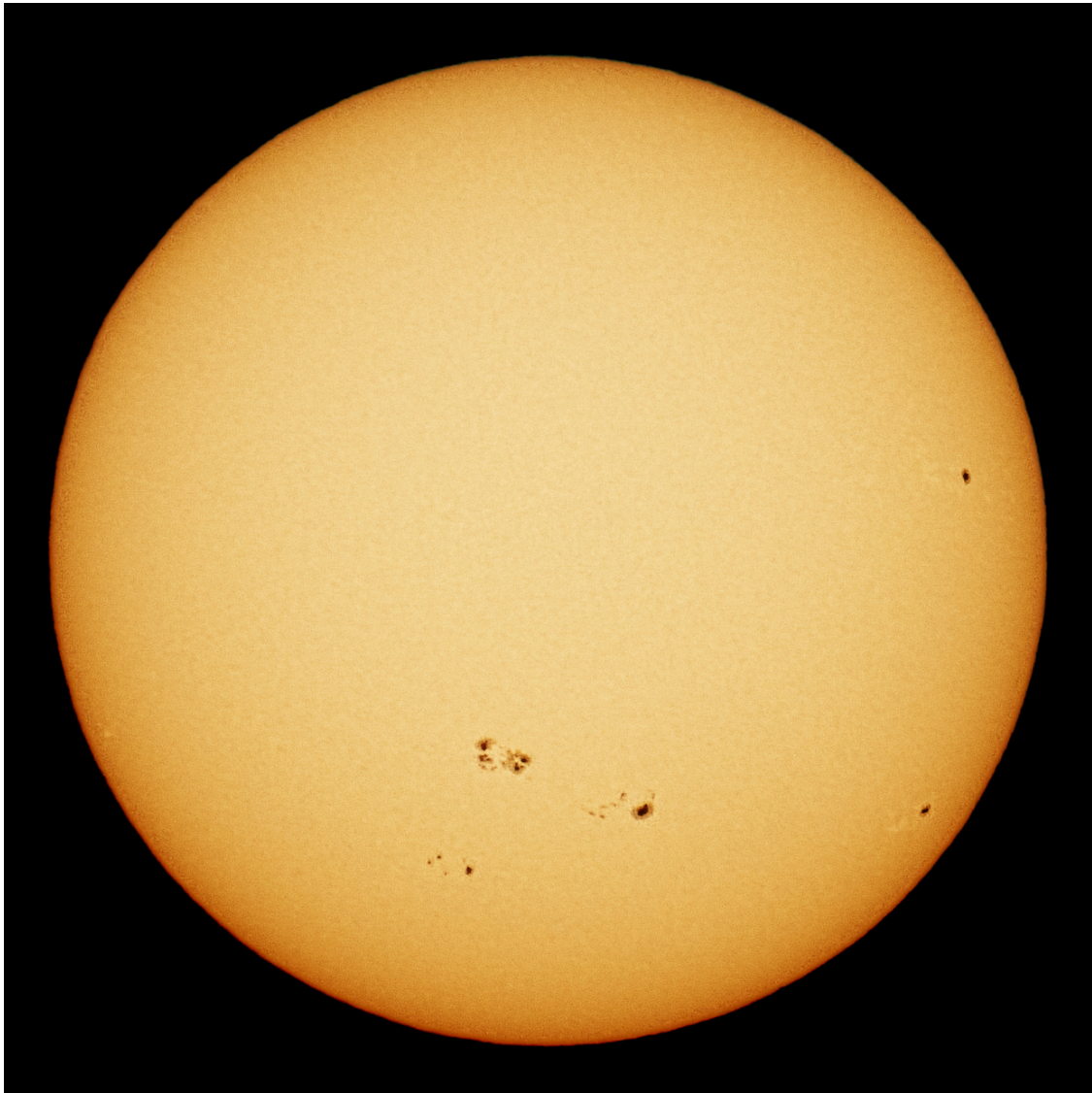


Abb. 77 Wenn die Sonne so nahe am Horizont steht, dass sie angesehen werden kann, ohne die Augen zu schädigen, können größere Sonnenflecke erkennbar werden, sofern es zu diesem Zeitpunkt welche gibt.



Abb. 78 Die bei wolkenlosem Himmel durch das direkte Sonnenlicht in 14 Prozent der Kreisfläche der sichtbaren Mondscheibe belichtete, mit bloßem Auge gerade noch zu erkennende abnehmende Mondsichel mit einer scheinbaren Helligkeit von -8^m um die Mittagzeit 34 Bogengrad über dem westlichen Horizont.



Abb. 79 Die Venussichel in großem Glanz in über 30 Bogengrad Höhe über dem westlichen Horizont eine Viertelstunde vor Sonnenuntergang am Taghimmel.



Abb. 80 Der Planet Merkur bei maximaler westlicher Elongation (halb rechts oben im Bild, nördliche ekliptikale Höhe 2 Bogengrad) und bei großem Glanz mit einer scheinbaren Helligkeit von 0^m in 10 Bogengrad Höhe über dem östlichen Horizont in Stangenhagen (Brandenburg). Der Merkur war zu Beginn der bürgerlichen Dämmerung und gut eine Stunde nach seinem Aufgang gerade noch sichtbar. Die sieben Bogensekunden große Planetenscheibe war zu 56 Prozent durch die Sonne beleuchtet, die sich zum Zeitpunkt der Aufnahme noch gut 6 Bogengrad unter dem Horizont befand.

Die drei äußeren Planeten, Mars, Jupiter und Saturn, können von der Erde aus gesehen jede ekliptikale Länge annehmen und bewegen sich langsamer entlang der Ekliptik. Sie sind hell genug, um mit bloßem Auge in der Dämmerung sichtbar zu sein, zudem können sie aber auch bei ihrer Kulmination auf dem südlichen Meridian beobachtet werden.

- Die drei äußeren Planeten



Abb. 81 In der Bildmitte der rote Planet Mars: ekliptikale Länge = 62,7 Bogengrad, ekliptikale Breite = 1,5 Bogengrad (nördlich), scheinbare Helligkeit = 1^m. Links der Rote Riese Aldebaran mit dem offenen Sternhaufen der Hyaden, rechts der offene Sternhaufen der Plejaden.



Abb. 82 Die beiden Planeten Jupiter und Saturn im Bereich der Sommermilchstraße vom Internationalen Sternenpark Westhavelland aus gesehen. Halb links unten im Sternbild Schütze (Sagittarius) der helle Planet Jupiter (scheinbare Helligkeit = -2^m), links daneben der etwas dunklere Planet Saturn (scheinbare Helligkeit = 0^m).

Von den in der nördlichen Hemisphäre zu sehenden Sternen ist lediglich der nur 8,6 Lichtjahre entfernte und schon vom griechischen Dichter Homer als Hundstern erwähnte **Sirius** (α Canis Majoris) im Sternbild Großer Hund (Canis Major) mit $-1,5^m$ heller als der Saturn. Die nächst helleren Sterne **Arktur** (α Bootis) im Sternbild Bärenhüter (Bootes), **Wega** (α Lyrae) im Sternbild Leier (Lyra), **Capella** (α Aurigae) im Sternbild Fuhrmann (Auriga) und **Rigel** (β Orionis) im Sternbild Orion sind mit rund 0^m bereits anderthalb Größenordnungen dunkler als Sirius und eine halbe Größenklasse dunkler als der Saturn.

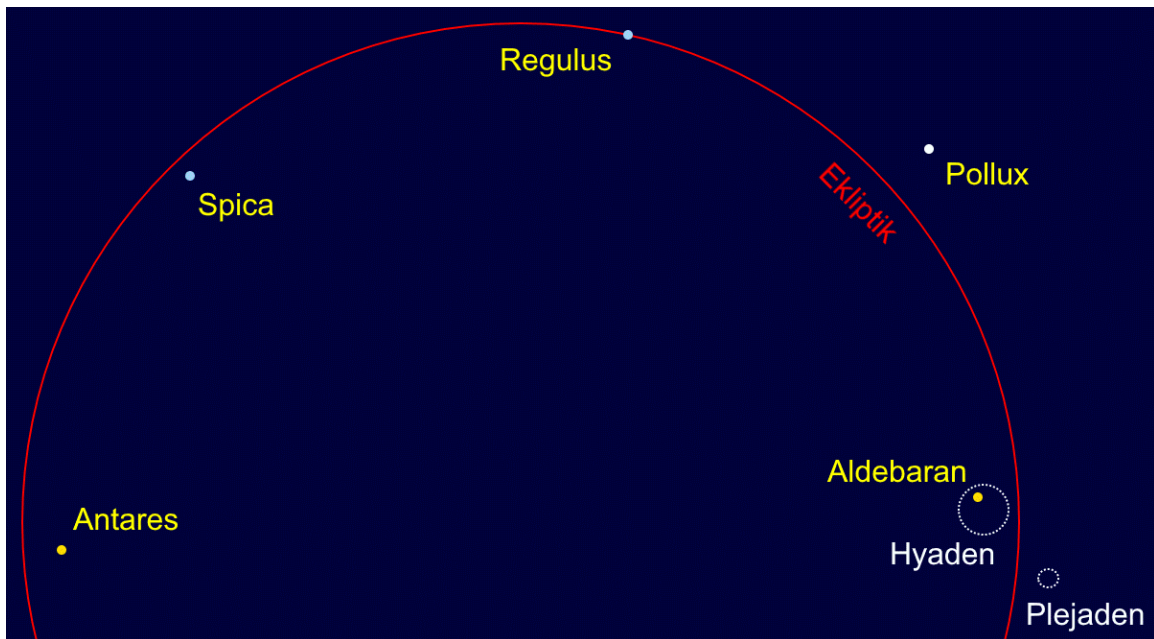


Abb. 83 Die sieben hellsten feststehenden Himmelsobjekte in der Nähe der Ekliptik liegen zwischen den Sternbildern Stier (Taurus, rechts) und Skorpion (Scorpio, links). Der Bogen der Ekliptik wird von den Wandelgestirnen vom Frühlingspunkt rechts zum Herbstpunkt links durchlaufen. In der Nähe der anderen, nicht dargestellten Bogenhälfte befinden sich keine hellen Fixsterne. Außerhalb des Bogens liegende Punkte befinden sich nördlich der Ekliptik und innen liegende südlich.

→ Siehe auch Exkurs **Die sieben hellsten Objekte der Ekliptik**⁹.

Die beiden Roten Riesen Aldebaran und Antares liegen fast auf der Ekliptik und unterscheiden sich in ihrer ekliptikalen Länge um fast genau 180 Bogengrad. Die beiden äußersten Pole dieser Reihe, der Stern Antares und der Sternhaufen der Plejaden, werden in ihrer Eigenschaft als Kalendergespann auch als **Plejaden-Waage** bezeichnet.^[5]

Vor gut 5000 Jahren - als die Keilschrift erfunden wurde^[6] und die ersten zeichnerischen Darstellungen von Gottheiten auftauchen - befanden sich Aldebaran neben dem Frühlingspunkt und Antares neben dem Herbstpunkt. Dies bedeutet, dass zum Frühlingsanfang die Sonne genau im Osten zusammen mit Aldebaran aufgegangen ist, während Antares gleichzeitig im Westen untergegangen ist. Beziehungsweise ist die Sonne genau im Westen zusammen mit Aldebaran untergegangen, während Antares gleichzeitig im Osten aufgegangen sind. Umgekehrt zum Herbstbeginn: hier ging die Sonne genau im Osten zusammen mit Antares auf, während gleichzeitig Aldebaran im Westen unterging. Beziehungsweise ist die Sonne genau im Westen zusammen mit Antares untergegangen, während Aldebaran gleichzeitig im Osten aufgegangen ist.

Für die damaligen Menschen waren diese beiden sehr hellen und rot leuchtenden Sterne daher ein Gespann, um auf einfache Weise die Zeitpunkte des Frühlings- und des Herbstanfangs im Sonnenjahr zuverlässig zu bestimmen. Der in der obigen Tabelle beschriebene

⁹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Die_sieben_hellsten_Objekte_der_Ekliptik

Halbbogen auf der Ekliptik befand sich damals zum Frühlingsbeginn bei Sonnenuntergang und zum Herbstbeginn bei Sonnenaufgang vollständig oberhalb des Horizonts. Zum Sommerbeginn war dieser Halbbogen um Mitternacht vollständig unter dem Horizont und daher gar nicht zu sehen. Dafür war der sichtbare Teil der Ekliptik zum Winterbeginn um Mitternacht vom Stern Antares Osten bis zu den Plejaden im Westen vollständig und fast gleichmäßig in 45-Grad-Schritten durch die oben angegebenen fünf Sterne markiert, wobei die Ekliptik den Meridian im Süden bei maximaler Höhe schnitt.

4.4.2 Das Goldene Tor der Ekliptik

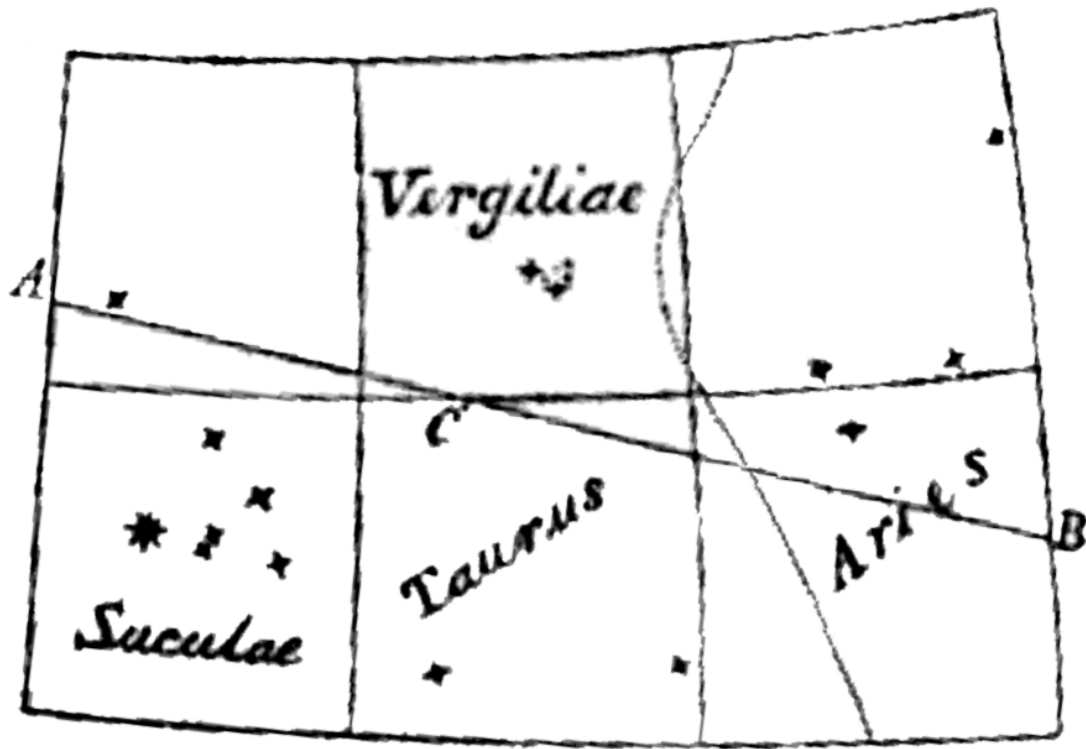


Abb. 84 Das Goldene Tor der Ekliptik in *De temporis e stellarum observationibus definiendi ratione apud veteres usitatissima* aus dem Jahr 1856 vom deutschen Astronomen Carl Bremiker (* 1804; † 1877). Die Ekliptik verläuft auf der Linie von B nach A, und der Punkt C markiert das Goldene Tor der Ekliptik. Vergiliae = Plejaden; Suculae = Hyaden; Taurus = Stier; Arias = Widder.

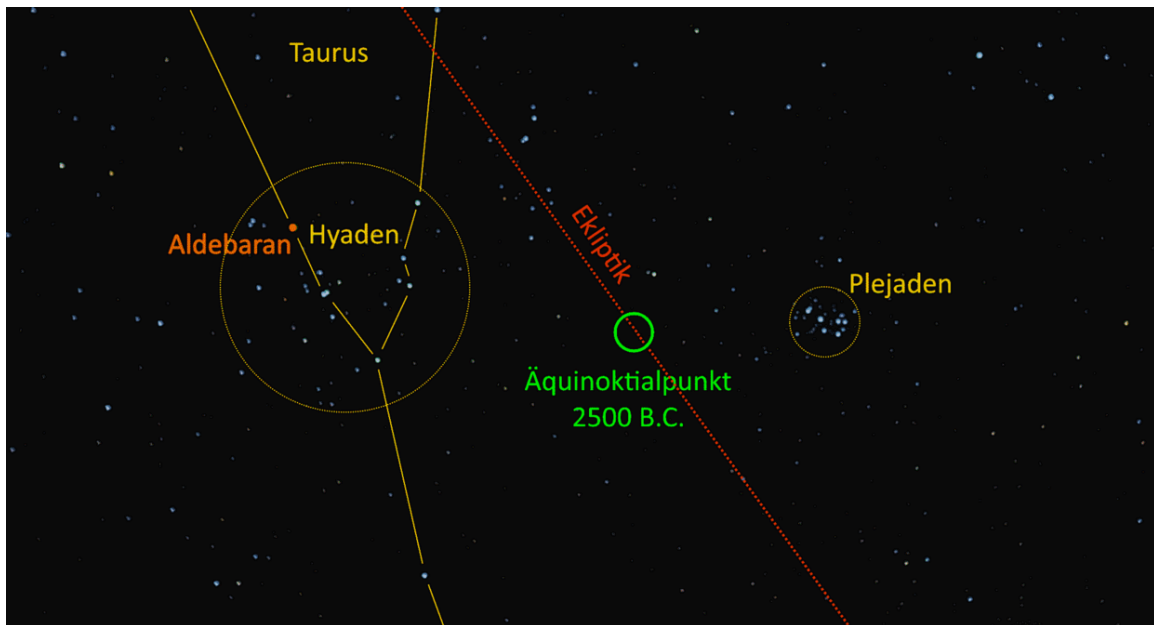


Abb. 85 Die Lage des Frühlingspunktes vor 4500 Jahren im Goldenen Tor der Ekliptik.

Vor 4300 Jahren befand sich der Frühlingspunkt noch im Sternbild Stier (Taurus), vor 2150 Jahren im Sternbild Widder (Aries, aus dieser Epoche stammt das Synonym „Widderpunkt“ für den Frühlingspunkt) und heute im Sternbild Fische (Pisces). 2500 vor Christus lag der Frühlingspunkt genau zwischen den Hyaden und den Plejaden im Goldenen Tor der Ekliptik! Vor rund 4500 Jahren befand sich ein zum Herbstbeginn auftretender Vollmond also gleichzeitig im Frühlingspunkt und im Goldenen Tor der Ekliptik und ging abends um 18 Uhr Ortszeit genau im Westen unter.

Die auffälligen und mit bloßem Auge leicht erkennbaren Sternhaufen der Plejaden und der Hyaden bilden im Bezug zum Fixsternhimmel Asterismen. Zusammen mit dem Stern Aldebaran in den Hyaden (er gehört selber nicht zum Sternhaufen) stellen diese Objekte auf relativ engem Raum in einem Winkelbereich von weniger als 10 Bogengrad, die drei hellsten Objekte in der Nähe der Ekliptik dar.^[7] Gemeinsam bilden sie die beiden festen Pfosten des Goldenen Tors der Ekliptik im Sternbild Stier (Taurus). Alle sieben beweglichen Himmelsobjekte ziehen im Laufe der Zeit von der Erde aus betrachtet mehr oder weniger häufig, aber regelmäßig sehr nahe der Ekliptik durch diese Pforte und somit zwischen den beiden Sternhaufen hindurch.

→ Siehe auch Exkurs **Zur Sieben**¹⁰.

Der Erdmond, die Venus und der Merkur können aufgrund der etwas größeren Abweichung von der Ekliptik und der relativen Erdnähe gelegentlich die Pfosten des Goldenen Tors treffen oder sogar etwas außerhalb der Plejaden vorbeiziehen.

- Das Goldene Tor der Ekliptik

¹⁰ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Zur_Sieben



Abb. 86 Der am nordwestlichen Horizont im Sternbild Stier (Taurus) untergehende Mars (rote Scheibe unten halb rechts) drei Tage vor der Passage des Goldenen Tors der Ekliptik bei Annäherung an die Plejaden (rechts davon). Der Rote Riese Aldebran (α Tauri) befindet sich scheinbar im offenen Sternhaufen der Hyaden unten links im Kopf des Stieres. Am unteren Bildrand sind alle Sterne bis zur achten Größenklasse (8^m), am oberen Bildrand alle Sterne bis zur neunten Größenklasse (9^m) erkennbar. Links oben die Hornspitzen des Stieren mit den beiden Sterne Tien Kuan (ζ Tauri) und Elnath (β Tauri), oben in der Mitte Hassaleh (ι Aurigae) im Sternbild Fuhrmann (Auriga) und rechts oben das hintere Bein vom Sternbild Perseus.



Abb. 87 Von links unten nach rechts oben befinden sich der hellste Stern des Nachthimmels Sirius (α Canis majoris) im Sternbild Großer Hund (Canis major), das Sternbild Orion mit seinen drei Gürtelsternen und dem Orionnebel, Der hellste Stern im Sternbild Stier (Taurus), Aldebaran (α Tauri), mit dem offenen Sternhaufen der Hyaden, der rote Planet Mars direkt im Goldenen Tor der Ekliptik und der offene Sternhaufen der Plejaden.

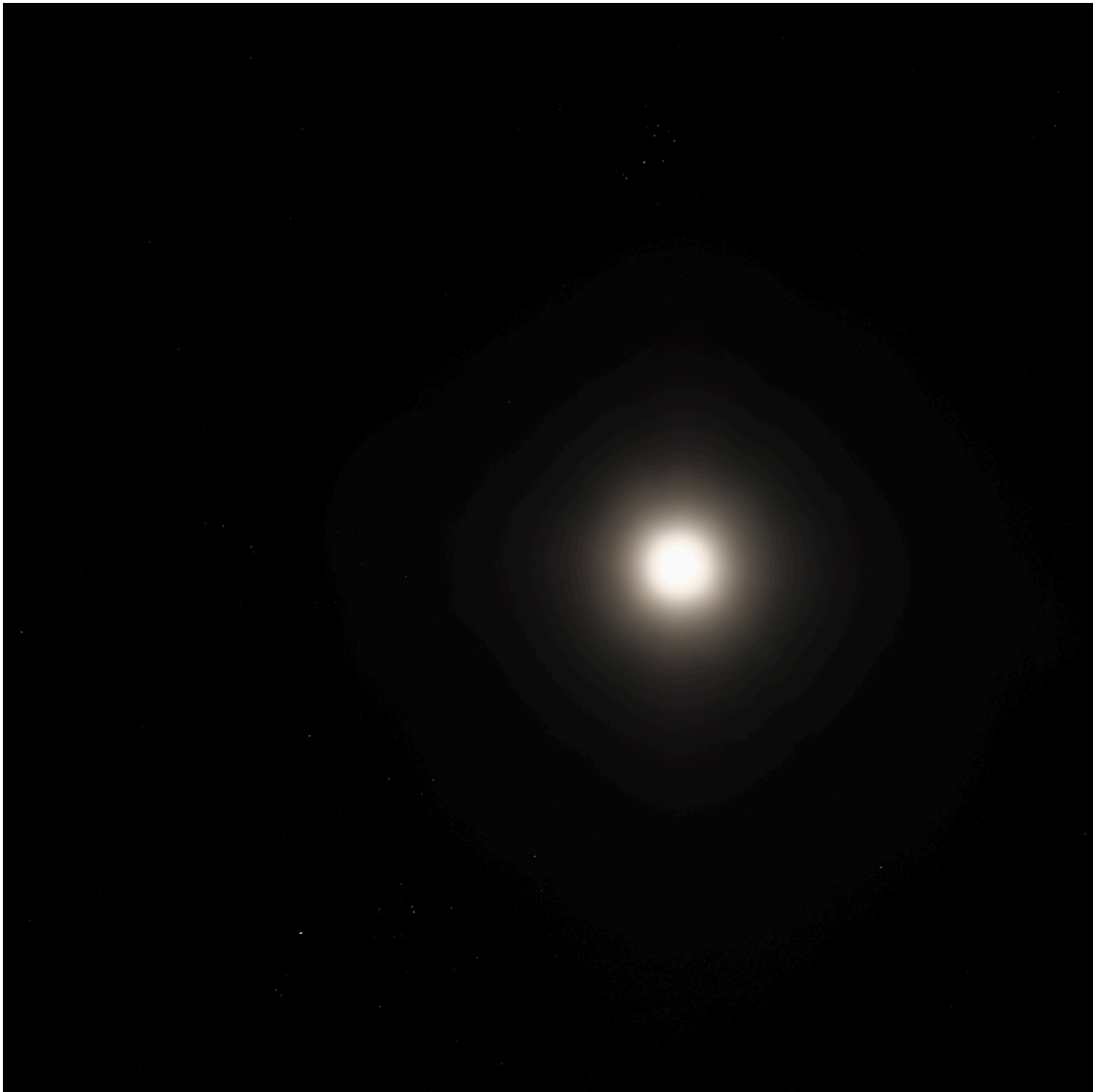


Abb. 88 Hochaufgelöste Astrophotographie des sehr hellen Vollmonds (-13^m) im Goldenen Tor der Ekliptik mit allen Fixsternen bis zur siebenten Größenklasse (7^m) am südöstlichen Abendhimmel des 29. November 2020. Der Vollmond befindet sich zwischen den Plejaden ($1,5^m$) oben in der Mitte und dem Kopf im Sternbild Stier (Taurus) mit dem hellsten Stern Aldebaran (1^m) und den Hyaden unten links. Die Helligkeitsunterschiede im Objektraum betragen also 20 Größenklassen beziehungsweise dem Faktor einhundert Millionen oder 26 photographischen Lichtwertstufen.

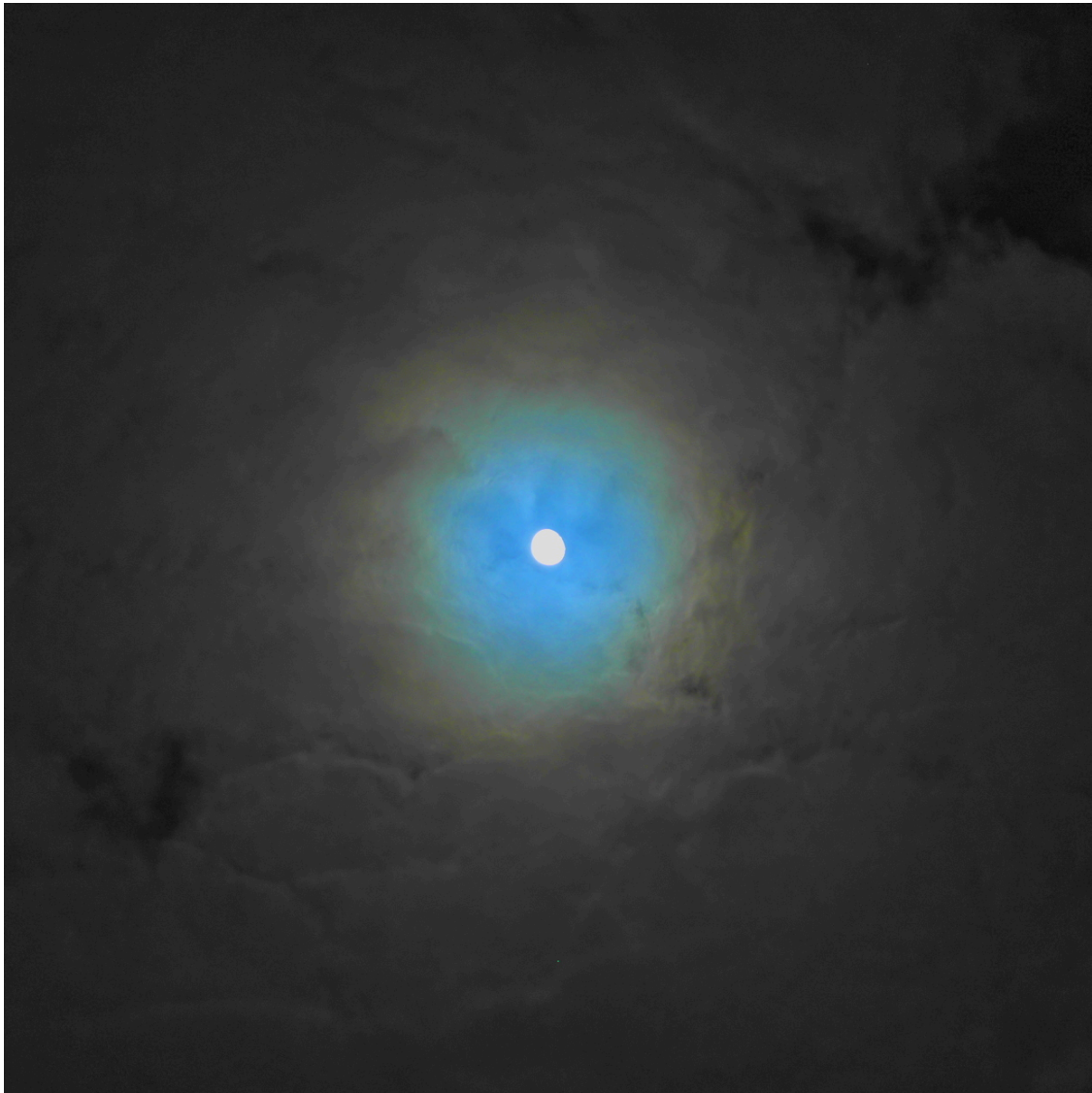


Abb. 89 Mond mit mehrfarbiger Korona im Goldenen Tor der Ekliptik bei leichter Bewölkung mit mehrfarbiger Korona (unten im Bild der Rote Riese Aldebaran, oben rechts die Plejaden). Die Farbe der Wolken ist im neutralen Grau (Farbtemperatur des Mondlichts = 4100 Kelvin).

Die ekliptikale Länge wird vom Frühlingspunkt aus entlang der Ekliptik gemessen. Für das Goldene Tor der Ekliptik beträgt sie heute zirka 64 Bogengrad. Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass die Verbindungslinie zwischen den Hyaden und den Plejaden bei der ekliptikalen Breite von 0 Bogengrad ziemlich genau mittig durch die Linie der Ekliptik geschnitten wird. Ferner ist die Ekliptik unter einem Winkel von rund 45 Bogengrad zu dieser Verbindungslinie geneigt. Auf diese Weise können sowohl die Lage der Ekliptik als auch deren Neigung zu jedem Zeitpunkt, von jeder Stelle der Erde und unmittelbar anhand der Ausrichtung des Goldenen Tors der Ekliptik abgelesen werden, ohne die Bahnen oder Lagen von Sonne, Mond oder Planeten beobachten zu müssen.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass vor 4500 Jahren in jedem Jahr zum Frühlingsanfang die untergehende Sonne abends am westlichen Horizont im Goldenen Tor der Ekliptik stand, wobei dieses wegen des hellen Sonnenlichts selbst allerdings gar nicht zu sehen war. Heute ist dies am 25. Mai der Fall, da sich der Frühlingspunkt mittlerweile um gut zwei Monate (ein Monat entspricht einem Winkel 30 Bogengrad entlang der Ekliptik) verschoben hat.

4.4.3 Der Himmelsstier

- Der Himmelsstier



Abb. 90 Astronomische Aufnahme mit dem Vollmond in der Himmelsregion der heutigen Sternbilder Stier (Taurus, links oben), Walfisch (Cetus, unten) und Widder (Aries, rechts). Die Ekliptik verläuft von rechts unten durch das Goldene Tor der Ekliptik in der Bildmitte nach links oben durch die Mitte zwischen den Spitzen der Stierhörner.

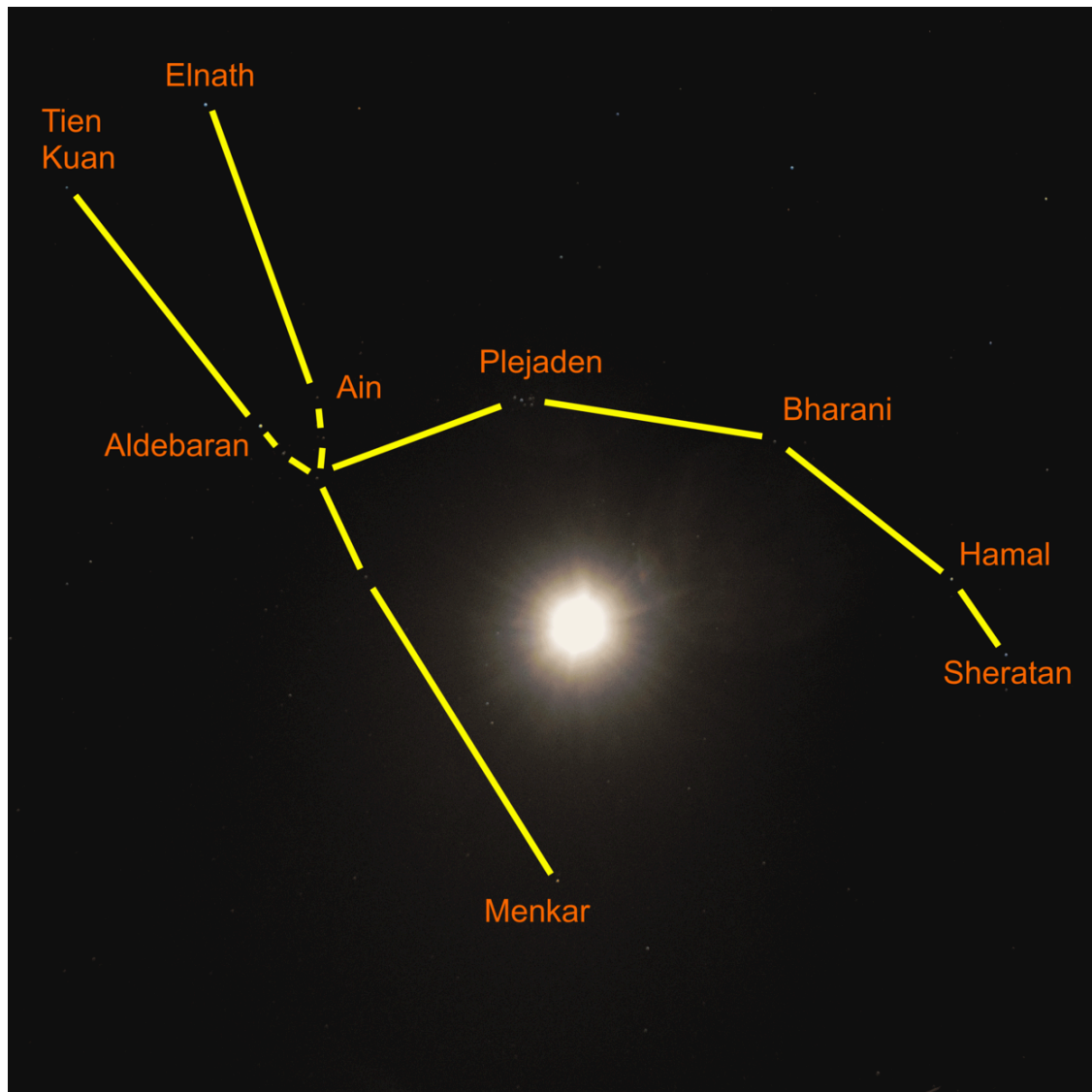


Abb. 91 Dieselbe astronomische Aufnahme mit dem eingeblendeten Asterismus des Himmelsstieres mit einem dort auftretenden Vollmond. Die Ekliptiklinie kreuzt in etwa die Mittelpunkte der drei gedachten Verbindungslinien Menkar-Sheratan, Aldebaran-Plejaden und Tien Kuan-Elnath.

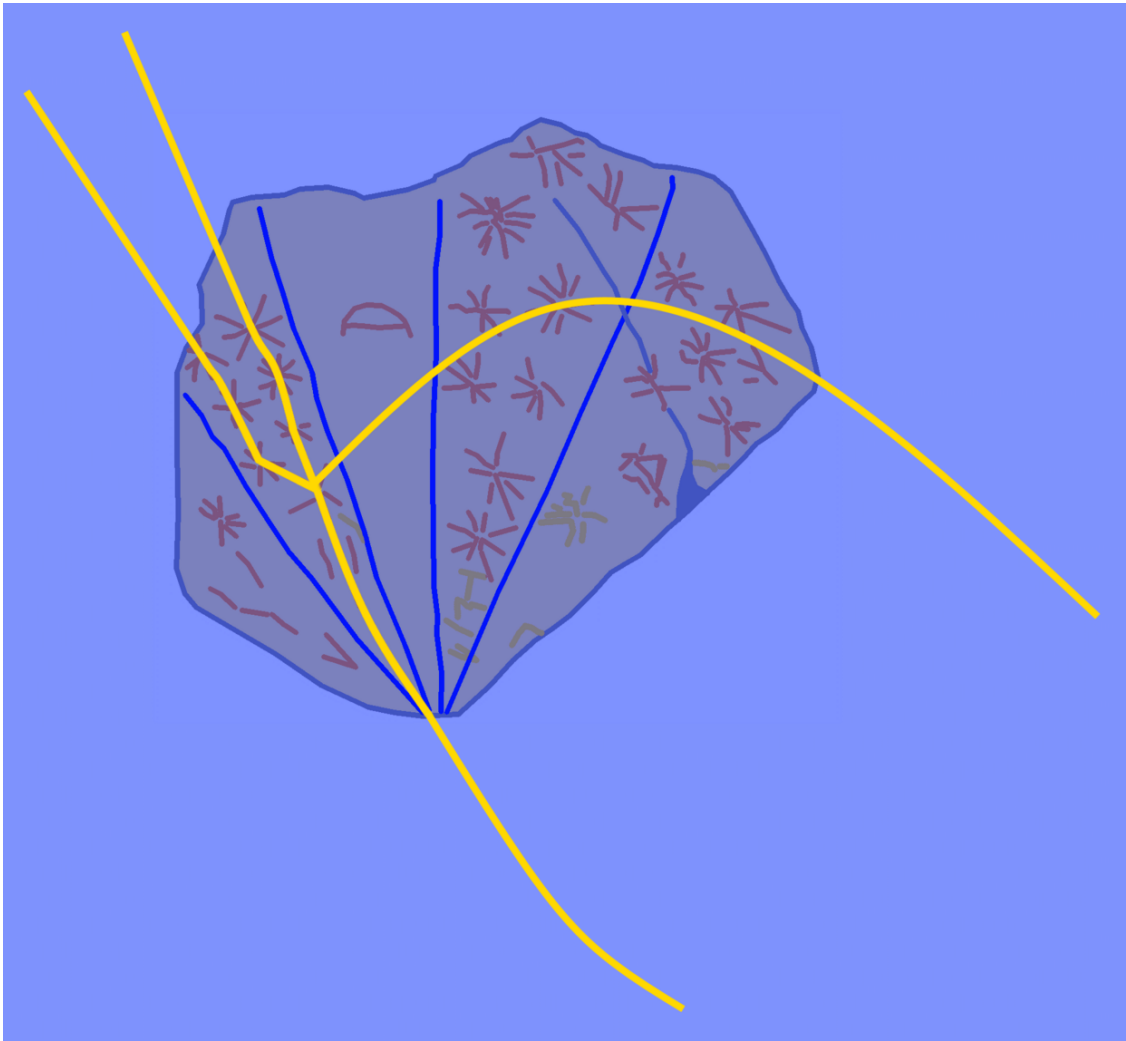


Abb. 92 Der Himmelsstier und die Himmelstafel von Tal-Qadi. Die Öffnung zwischen den Vorder- und Hinterläufen umspannt genau die lange grade Kante der Himmelstafel.



Abb. 93 Der Himmelsstier in einer Höhlenmalerei in der Höhle von Magura. Der Fußabdruck auf der Ekliptik kann als Symbol für den Eintritt der sieben entlang der Ekliptik wandernden Wandelgestirne aus dem dunklen Trichter der Thuraya (rechts unten) mit den heutigen Sternbildern Widder (Aries), Fische (Pisces) und Wassermann (Aquarius) in das Goldene Tor der Ekliptik (Bildmitte) im heutigen Sternbild Stier (Taurus) gedeutet werden.

→ Siehe hierzu auch: **Wikibook Die Höhlenmalerei in der Magura-Höhle, Abschnitt Zweite Station**¹¹.

Das Sternbild Stier (Taurus) gehörte schon immer und überall zu den bedeutendsten Sternbildern.^[8] Neben den beiden offenen Sternhaufen der Hyaden und der Plejaden ist der helle Rote Riese Aldebaran besonders markant und wird häufig als das leuchtende rechte Auge

¹¹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_H%C3%B6hlenmalerei_in_der_Magura-H%C3%B6hle#Zweite_Station

des Stieres betrachtet. Im 18. Jahrhundert wurde er in Deutschland auch als das Ochsen-Auge bezeichnet.^[9] Der Name Aldebaran stammt aus dem Arabischen und bedeutet der (den Plejaden beim Aufgang am östlichen Morgenhimmel) Folgende.

Der Asterismus des **Himmelsstieres** befindet sich in der Himmelsregion der heutigen Sternbilder Stier (Taurus, in den obigen Abbildungen links oben), Walfisch (Cetus, unten) und Widder (Aries, rechts). Es umfasst die folgenden Hauptsterne:

Die Hauptsterne des Asterismus „Himmelsstier“

Astronomische Bezeichnung	Eigenname	Lage	Scheinbare Helligkeit
ζ Tauri	Tien Kuan	Rechte Hornspitze	3,0 ^m
β Tauri	Elnath	Linke Hornspitze	1,7 ^m
α Tauri	Aldebaran	Rechtes, rotes Auge	0,9 ^m
ε Tauri	Ain	Linkes Auge	3,5 ^m
γ Tauri	Hyadum I	Maul	3,6 ^m
M45 (Taurus)	Plejaden	Rücken	1,6 ^m
41 Aries	Bharani	Schwanz	3,6 ^m
α Aries	Hamal	Hinterlauf	2,0 ^m
β Aries	Sheratan	Hinterlauf	2,6 ^m
α Cetus	Menkar	Vorderlauf	2,5 ^m

Die Ekliptik verläuft von rechts unten durch das **Goldene Tor der Ekliptik** in der Bildmitte nach links oben durch die Mitte zwischen den Spitzen der Stierhörner. Das Goldene Tor der Ekliptik wird demnach durch den Bogen mit den Beinen und dem Körper des Himmelsstieres gebildet. Die Ekliptiklinie kreuzt in etwa die Mittelpunkte der drei gedachten Verbindungslinien Menkar-Sheratan, Aldebaran-Plejaden und Tien Kuan-Elnath.

4.4.4 Der Trichter der Thuraya



Abb. 94 Westlich des Goldenen Tors der Ekliptik gibt es nur weniger auffällige Sternbilder und Sterne. Die hellsten Sterne nördlich und südlich der Ekliptik bilden in Richtung Plejaden (arabisch *Thuraya*) eine Art Trichter (orangefarben), durch den alle sieben Wandelgestirne in das Goldene Tor der Ekliptik eintreten. Dies sind nördlich der Ekliptik die Sterne Hamal im Widder (Aries) sowie Algenib, Markab und Enif im Sternbild Pegasus, und südlich der Ekliptik die Sterne Menkar und Diphda im Sternbild Walfisch (Cetus) sowie Formalhaut im Sternbild Südlicher Fisch (Piscis Austrinus).

Bevor die sieben entlang der Ekliptik wandernden Himmelskörper das Goldene Tor der Ekliptik im Sternbild Stier (Taurus) erreichen, durchlaufen sie in der Regel die Sternbilder Steinbock (Capricornus), Wassermann (Aquarius), Fische (Pisces) und schließlich Widder (Aries). In diesem Himmelsquadranten zwischen dem Stern Deneb Algedi (δ Capricorni), dem „Schwanz des Ziegenböckchens“, und dem Goldenen Tor der Ekliptik gibt es keinen einzigen ekliptiknahen Stern mit einer Größenklasse $3,5^m$ oder heller. Erst im Goldenen Tor der Ekliptik im Sternbild Stier (Taurus) übertreffen die Plejaden, die Hyaden sowie Aldebaran diese Helligkeit, und zwar erheblich. Dies bedeutet, dass alle in diesem Himmelssegment in der Nähe der Ekliptik liegenden Fixsterne in der Helligkeit von mehreren hundert anderen Sternen des Nachthimmels sowie sehr deutlich von den sieben Wandelgestirnen übertroffen werden. Diese ziehen also aus einer relativ dunklen und sternarmen Himmelsregion,

dem **Trichter der Thuraya**, quasi wie durch einen Trichter zum **Himmelsstier** in das **Goldene Tor der Ekliptik**.

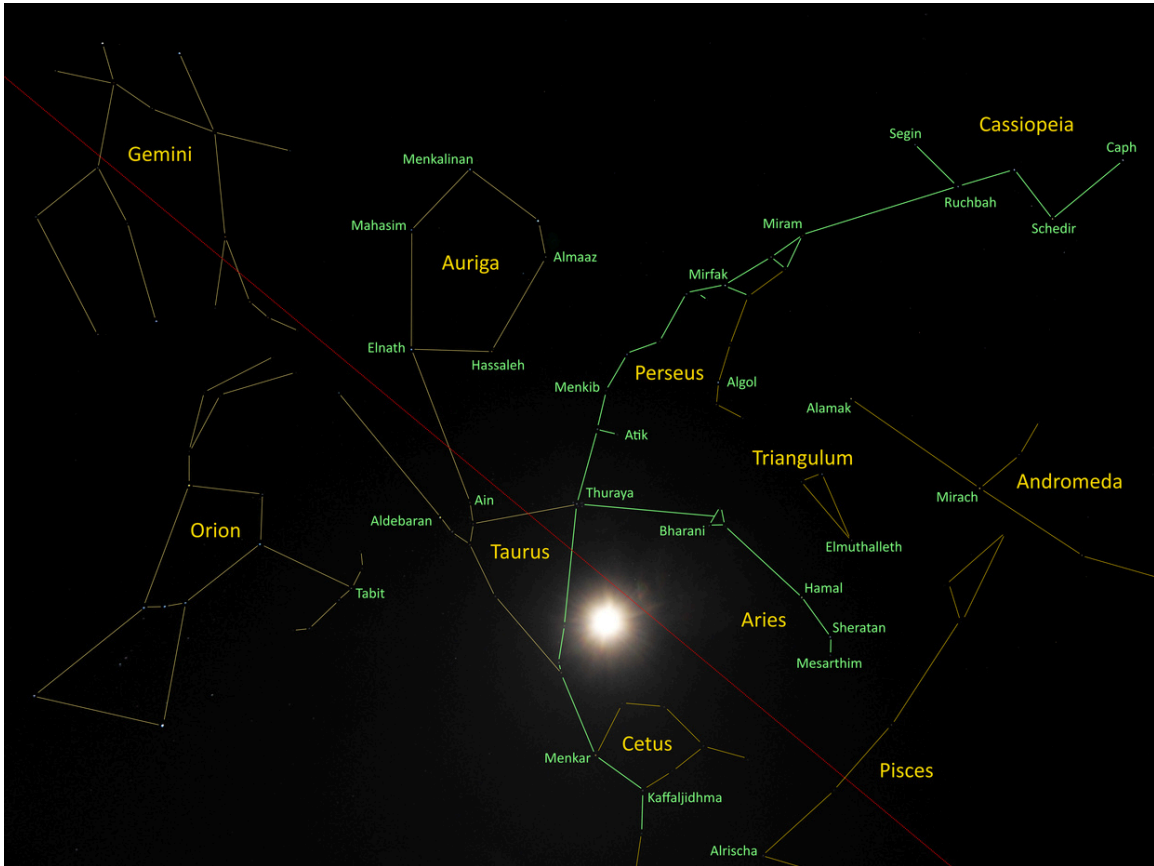


Abb. 95 Mit dem beduinischen Sternbild **Hände der Thuraya** (grüne durchgezogene Linien, die Ekliptik ist als rot gepunktete Linie dargestellt). Die anatomischen Bestandteile von unten Mitte über die Plejaden (Thuraya) nach rechts oben: die amputierte Hand (al-**kaf al-jadhma**), Thuraya (die kleine Reichliche, ath-**thuraya**), das Schulterblatt (al-'**atiq**), die Schulter (al-**mankib**), der Oberarm (al-'**adud**), die Ellenbogenspitze (ibrat al-**mirfaq**), der Ellenbogen (al-**mirfaq**), die Ellenbogengrube (al-**ma'bid**), der Unterarm von Thuraya (dhira' ath-**thuraya**), die Tätowierung de Handgelenks (washm al-**mi'sam**), die Henna-gefärbte Hand (al-**kaf al-khadib**). Thuraya wird von den Beduinen auch als der fette Schwanz des Asterismus *Lamm* (al-**hamal**) interpretiert. Dies entspricht dem griechischen Sternbild Widder (Aries). Der Stern Hamal steht für die kleinen Hörner des Lammes.^[10] Der Arm der Thuraya mit der amputierten Hand und der Asterismus Lamm bilden zusammen einen Trichter, durch den alle Wandelgestirne auf der Ekliptik in das Goldene Tor der Ekliptik zwischen den beiden offenen Sternhaufen der Hyaden beim Stern Ain und der Plejaden eintreten.

- Der Trichter der Thuraya



Abb. 96 Astrophotographie des Nachthimmels Anfang Oktober kurz vor Mitternacht über dem südöstlichen Horizont. Sternbilder von links nach rechts: Stier (Taurus) mit den Plejaden, Widder (Aries), Fische (Pisces). Links oben Perseus, oben in der Mitte Dreieck (Triangulum), rechts oben Pegasus und unten Walfisch (Cetus).

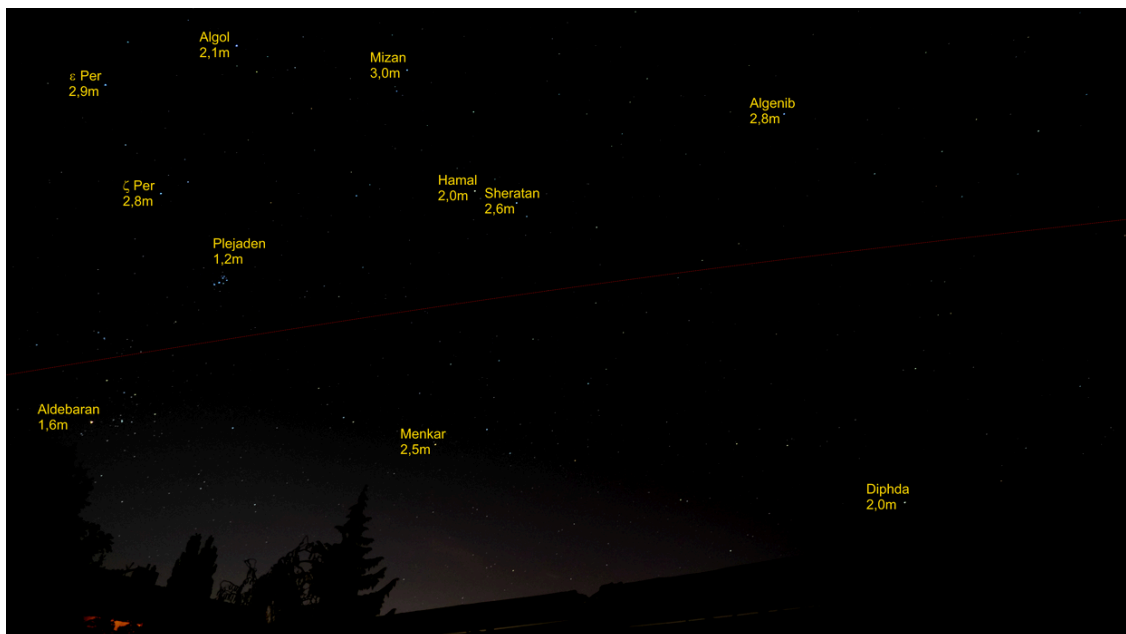


Abb. 97 Einblendung der Bezeichnungen aller Sterne bis zur dritten Größenklasse ($3,0^m$). Der südliche Meridian verläuft entlang des rechten Bildrands. Die Ekliptiklinie ist dunkelrot gestrichelt dargestellt.

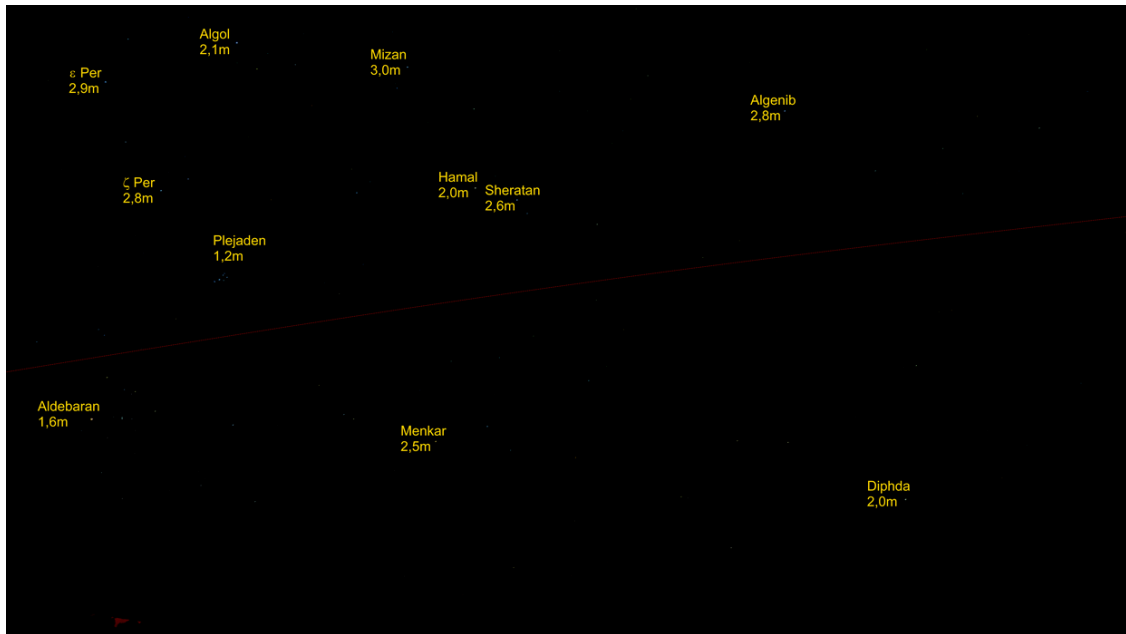


Abb. 98 Reduktion der Helligkeit um zwei Blendenstufen. Der Trichter der Thuraya erstreckt sich von links im Goldenen Tor der Ekliptik bis nach rechts durch ein sich zunehmend aufweitendes Gebiet ohne hellere Sterne.

4.5 Einzelnachweise

1. Robert David Stevick: The Forms of the Monasterevin-Type Discs¹², The Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland, Band 136, Seiten 112 bis 140, 2006
2. Vergleiche Johann Elert Bode (Herausgeber): *Berliner Astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1794* nebst einer Sammlung der neuesten in die astronomischen Wissenschaften einschlagenden Abhandlungen und Nachrichten, Berlin, 1791, Seite 187
3. Siehe Nikolaus Kopernikus aus Thorn: *De revolutionibus orbium coelestium*, Liber quintus, Capitulum 30: *De recentioribus Mercurii motibus observantis*, Johannes Petreius, Nürnberg, 1543, Seite 169a (rechts)
4. Nikolaus Kopernikus aus Thorn: *Über die Kreisbewegungen der Weltkörper*, Fünftes Buch, Capitel 30: *Ueber neuere Beobachtungen der Bewegung des Merkur*, übersetzt und mit Anmerkungen von Dr. C. L. Menzzer, durchgesehen und mit einem Vorwort von Dr. Moritz Cantor, herausgegeben von dem Copernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst zu Thorn, Verlag Ernst Lambeck, Thorn, 1879
5. Ernst von Bunsen: *Die Plejaden und der Thierkreis oder: Das Geheimnis der Symbole*, Verlag von Mitscher und Röstel, Berlin, 1879
6. Ira Spar: The Origins of Writing¹³, Heilbrunn Timeline of Art History, Essays, Department of Ancient Near Eastern Art, The Metropolitan Museum of Art, Oktober 2004

¹² https://content.lib.washington.edu/insdsgnweb/media/stevick_2006_0.pdf

¹³ https://www.metmuseum.org/toah/hd/wrtg/hd_wrtg.htm

7. Carl Friedrich von Klöden: *Der Sternenhimmel. Eine vollständige populäre Sternenkunde, mit besonderer Beziehung auf die grosse Sternwandkarte des Landes-Industrie-Comptoirs*, Kapitel *Anleitung zur Kenntnis der Sterne*, Teil II *In der Nacht vom 29. März, Abends 10 1/2 Uhr*, Abschnitt b *Aussicht nach Westen*, Seite 93, Weimar, 1848
8. Stierschädel mit Sternenbezug – Himmelswissen der Steinzeit älter als gedacht¹⁴, scinexx, 1. Februar 2008
9. Siehe Schlagwort "Aldebaran" in: *Johann Heinrich Zedlers Grosses vollständiges Universal-Lexikon aller Wissenschaften und Künste*, 1731-1754, Spalte 1095
10. Danielle Adams: *The Lamb - A folkloric celestial complex*¹⁵, *Two Deserts, one sky - Arab Star Calendars*, 2017

14 <https://www.scinexx.de/dossierartikel/stierschaedel-mit-sternenbezug/>

15 <http://onesky.arizona.edu/arab-star-names/the-lamb/>

5 Mondzyklen



Abb. 99 Ein bei Vollmond während einer Mondfinsternis aus dem Kernschatten der Erde tretender Blutmond.

Die Bezeichnung **Monat** stammt etymologisch von unserem Erdmond ab. Es handelt sich um ein Erbwort, das auf die seit dem 8. Jahrhundert bezeugten althochdeutschen Formen *mānōd* beziehungsweise *mānōth* zurückgeht. Diese wiederum stammt vom indoeuropäischen Wort *mēnōt* ab, das sowohl *Monat* als auch *Mond* bedeuten kann.^[1]

5.1 Mondzyklen

Die zu beobachtende scheinbare Mondbahn kann im Verlauf verschiedener Perioden durch zahlreiche **Mondzyklen** beschrieben werden. Die kürzesten Zyklen dauern ungefähr einen Monat im Sonnenkalender, sie längeren Mondzyklen können aber auch mehrere Jahre umfassen.

5.1.1 Synodischer Monat

Der Mond umrundet die Erde ungefähr zwölfmal schneller als die Erde die Sonne und benötigt für einen Umlauf einen Monat. Die einfachste Wahrnehmung des Mondlaufs ergibt sich durch die Beobachtung der Mondphasen beziehungsweise der Elongationen des Mondes. Der **synodische Monat** (altgriechisch *σύνοδος* (*synodos*) = *Zusammentreffen*) beschreibt die Dauer zwischen zwei gleichen Mondphasen, also von Neumond zu Neumond beziehungsweise von Vollmond zu Vollmond. Hier wird gemeinhin das Zusammentreffen von Neumond und Sonne am Himmel als Referenzzeitpunkt betrachtet. Ein synodischer Monat dauert etwa 29,53 Tage, und zwölf synodische Monate dauern demzufolge rund 354,37 Tage - das sind gut fünfeinhalb Tage weniger als 360. Dieser Zyklus ist die Basis für die gängigen Mondkalender (Lunarkalender) mit der gegenüber dem am Sonnenjahr orientierten Solarkalender um zirka 11 Tagen kürzeren Jahreslänge. Bei Lunisolarkalendern wird durchschnittlich alle drei Jahre ein dreizehnter synodischer Monat eingeschaltet, damit der Frühlingspunkt der Sonne ungefähr in der gleichen Jahreszeit bleibt.

→ Zur Zahl Zwölf siehe auch Exkurs **Zur Zwölf**¹.

¹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Zur_Zw%C3%B6lf

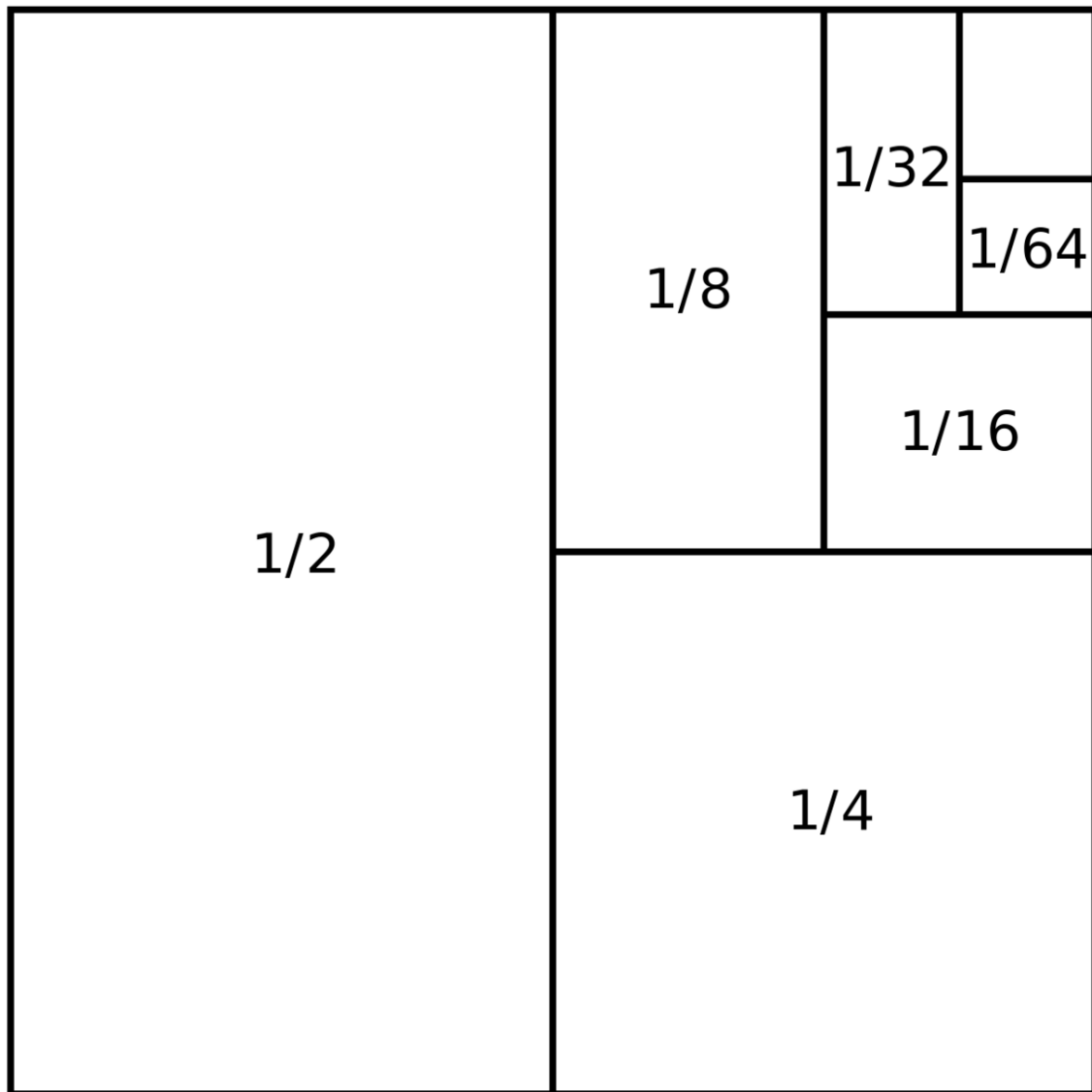


Abb. 100 Das altägyptische Horusauge als Folge von Rechtecken mit jeweils der Hälfte der Fläche des Vorgängers in einem Quadrat mit der Seitenlänge eins.



Abb. 101 Deckenrelief im altägyptischen Tempel von Dendera mit der Darstellung von 15 Mondphasen von links (Neumond) nach rechts (Vollmond) mit den Göttern Junit, Sopdet-Tjenenet, Hor-Behdeti, Hathor, Nephthys, Harsiese, Isis, Osiris, Nut, Geb, Tefnut, Schu, Atum und Month. Im Vollmond vor dem Gott des Mondes Thot ist das von diesem geheilte linke Auge („Mondaugen“) des Lichtgottes Horus dargestellt.

Es wird in der Literatur manchmal darauf hingewiesen, dass das Verhältnis der Länge eines synodischen Monats zu dreißig vollen Tagen

$$\frac{29,530589\text{d}}{30\text{d}} = 0,984353$$

fast identisch mit dem folgenden Verhältnis ist (siehe auch Horusauge und Heqat in der altägyptischen Geschichte^[2]):

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} \\ &= \frac{32}{64} + \frac{16}{64} + \frac{8}{64} + \frac{4}{64} + \frac{2}{64} + \frac{1}{64} \\ &= \frac{63}{64} = \frac{2^6 - 1}{2^6} = 1 - 2^{-6} = 0,984375 \end{aligned}$$

Die Abweichung der beiden Verhältnisse beträgt nur 0,022 Promille. Erst nach rund 44700 Monaten oder 3700 Jahren hat sich diese Abweichung auf einen Tag aufsummiert.

Die verschiedenen Mondphasen waren für die Menschen schon immer sichtbar und konnten im Laufe eines synodischen Monats verfolgt werden. Es wird davon ausgegangen, dass zum Beispiel auch auf der Himmelscheibe von Nebra mindestens eine Mondsichel dargestellt ist, eventuell auch der Vollmond und das Altlicht des Mondes:

- Verschiedene möglicherweise auf der Himmelscheibe von Nebra dargestellte Mondphasen



Abb. 102 Vollständig rekonstruiertes Modell der bronzenen und mit Gold tauschierten Himmelscheibe von Nebra.



Abb. 103 Ein im Dezember um Mitternacht fast im Zenit stehender, sehr heller Vollmond.



Abb. 104 Ein zunehmender Mond drei Tage nach Neumond beim akronychischen Untergang am westlichen Abendhimmel drei Wochen vor der Tag-und-Nacht-Gleiche im Herbst. Die rötliche Färbung entstand genauso wie bei der untergehende Sonne durch die Rayleigh-Streuung in der Erdatmosphäre.



Abb. 105 Das Altlicht eines abnehmenden Mondes (Morgenletzt, vier Prozent beleuchtet) beim heliakischen Aufgang am südöstlichen Morgenhimmel der nördlichen Hemisphäre während der bürgerlichen Dämmerung einen Monat nach der Tag-und-Nacht-Gleiche im Herbst mit Erdschein.

5.1.2 Siderischer Monat

Ferner kann die Zeitspanne betrachtet werden, in der der Mond in Bezug auf den Fixsternhimmel entlang der Ekliptik wieder an der gleichen Stelle erscheint. Dies wird üblicherweise an seinem Erscheinen beim Frühlingspunkt festgemacht. Diese Zeitspanne wird **siderischer Monat** (lateinisch *sideris* = *des Sterns*) genannt und beträgt 27,322 Tage. Dies ist auch die Dauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Erscheinungen des Mondes im **Goldenen Tor der Ekliptik**, da dessen Lage durch Sterne des Fixsternhimmels bestimmt ist.

→ Siehe auch Exkurs **Das Goldene Tor der Ekliptik**².



Abb. 106 Die in Niederösterreich gefundene und aus Sandstein gefertigte Gussform für die **Stachelscheibe von Platt**.

Die Einteilung der 360 Bogengrad langen Ekliptik in 28 gleiche Teile ist in der Bronzezeit verbreitet gewesen. Daraus ergibt sich ein grobes Koordinatenraster für die ekliptikale Länge des Mondes.

Auf der **Stachelscheibe von Platt** aus der Bronzezeit (um 1500 vor Christus) werden die 28 Mondorte der Tage eines Monats beispielsweise durch eine Kreisreihe dargestellt. Die Hohlform diente zur Herstellung von Schmuckscheiben und hat insgesamt sieben konzentrische Kreise. Davon bestehen zwei aus 12 (innen) beziehungsweise aus 28 (außen) gleichmäßig verteilten Mulden.^[3] Die zwölf inneren Mulden entsprechen entlang der Ekliptik den

² https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme#Das_Goldene_Tor_der_Ekliptik

12 Sonnenorten (Monaten) in einem tropischen Jahr beziehungsweise den 12 Jupiterorten (Jahren) in zwölf Jahren. Die 28 äußeren Mulden entsprechen entlang der Ekliptik den 28 Mondorten (respektive Mondhäusern beziehungsweise Mondstationen) und somit den Tagen in einem siderischen Monat. Der große kreisförmige Stachel im Zentrum der Scheibe könnte als Symbol für die Sonne oder die Erde stehen.

Im der indischen Astronomie wurden zu diesem Zweck spätestens 500 Jahre danach die **27 Mondhäuser** (oder Mondstationen) eingeführt. Da sich die siderische und die synodische Periode um gut zwei Tage unterscheiden, liegen aufeinanderfolgende Neumonde oder Vollmonde in verschiedenen Mondhäusern, nach denen im hinduistischen Lunisolarkalender die Monate benannt werden.

Dieses System wurde etwas später von den Arabern mit **28 Mondhäusern** modifiziert. Das **erste Mondhaus** liegt bei beiden Einteilungen im Frühlingspunkt in der Epoche um Christi Geburt im **Kopf des Lammes** beziehungsweise des Widders (Aries) bei den nördlich der Ekliptik liegenden Sternen Scheratan und Hamal (indisch *Ashvini* = *die beiden Rosseschirrenden* und arabisch *aš-šaraṭān* = *Die beiden Zeichen*). Für das **zweite Mondhaus** folgt der **Bauch des Lammes** (indisch *Bharani* = *der Wegtragende* und arabisch *al-buṭayn* = *das Bäuchlein*). Die Plejaden (indisch *Krittika* und arabisch *at-turayyā*) im fetten **Schwanz des Lammes** markieren im Anschluss das **dritte Mondhaus**. Das **vierte Mondhaus** ist durch den roten Riesenstern Aldebaran (arabisch *al-dabarān* = *der Nachfolgende*, indisch *Rohini* = *der Rötliche*) im Sternbild Stier (Taurus) gekennzeichnet.

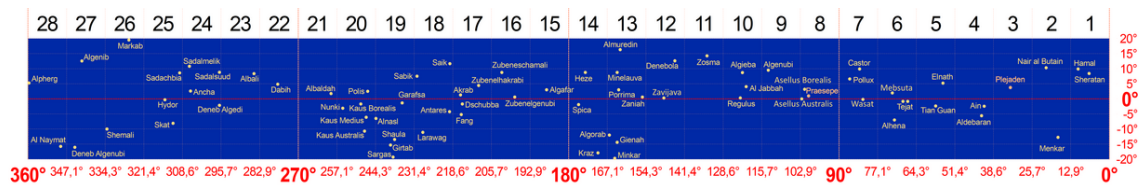


Abb. 107 Die in die Ebene projizierten 28 Mondhäuser (von rechts nach links) mit den wichtigsten Sternen entlang der Ekliptik (rote gestrichelte Linie, ekliptikale Länge von 0 Bogengrad bis 360 Bogengrad **zur Epoche J0000.0** in horizontaler Richtung, senkrecht dazu die vom Erdmittelpunkt zählende ekliptikale Breite). Die beiden seitlichen Ränder der Abbildung gehen im Kreisbogen der Ekliptik nahtlos ineinander über. Der Mond kann bei gleicher ekliptikaler Länge im Laufe der Zeit alle Objekte mit einem Betrag der ekliptikalen Breite von unter 5,5 Bogengrad bedecken. Mit bis zum Nordpol zunehmender geographischer Breite des Beobachtungspunktes können noch knapp ein Bogengrad kleinere ekliptikale Breiten von der Mondscheibe bedeckt werden, am Südpol auch noch entsprechend größere ekliptikale Breiten.

Zwischen dem dritten und vierten Mondhaus liegt das Goldene Tor der Ekliptik, wo der Frühlingspunkt zu Beginn der maltesischen Tarxien-Phase lag. Man beachte die fehlenden helleren ekliptiknahen Sterne im **Trichter der Thuraya** westlich davon, also rechts der Plejaden (ekliptikale Länge ungefähr 32 Bogengrad) bis hin zum Stern Hydor heutigen Sternbild Wassermann (Aquarius, ekliptikale Länge ungefähr 314 Bogengrad). Die hellsten ekliptiknahen Sterne in diesem Gebiet des Sternenhimmels Alpherig im Sternbild Fische (Pisces) sowie Hydor und Ancha im Sternbild Wassermann (Aquarius) erreichen lediglich die vierte Größenklasse (4^m), so dass zwischen dem auffälligen offenen Sternhaufen der

Plejaden und Deneb Algedi, dem hellsten Stern im Sternbild Steinbock (Capricornus), auf einer Länge von 90 Bogengrad keine hellen ekliptiknahen Sterne vorhanden sind.

→ Zur Einteilung der Ekliptik nach den monatlichen Mondstationen siehe auch Exkurs **Mondhäuser**³

→ Zum dunklen Himmelsquadranten entlang der Ekliptik siehe auch Exkurs **Der Trichter der Thuraya**⁴

5.1.3 Drakonitischer Monat

Außerdem gibt es noch den **drakonitischen Monat** (altgriechisch *δράκων* (*drakon*) beziehungsweise lateinisch *draco* = *Drache*), der eine Dauer von 27,212 Tagen hat. Diese Dauer beschreibt die Zeitpunkte, an denen die um gut 5 Bogengrad zur Ekliptik geneigte Mondbahn die Ekliptik kreuzt; die ekliptikale Breite des Mondes ist dann exakt null. Diese Schnittpunkte werden Mondknoten genannt und werden einmal im Monat im aufsteigenden Mondknoten und einmal im absteigenden Mondknoten erreicht. Befindet sich der Mond auf der Ekliptik, also in der Nähe dieser Mondknoten, kommt es bei dessen Sonnennähe (wenn der Neumond also in Konjunktion mit der Sonne steht) zu einer Sonnenfinsternis und bei dessen Sonnenferne (wenn der Vollmond also in Opposition zur Sonne steht) zu einer Mondfinsternis. Diese Mondpunkte wurden früher als Drachenpunkte bezeichnet, was sich aus der Vorstellung ableitete, dass ein Drache bei einer Mondfinsternis den Mond beziehungsweise bei einer Sonnenfinsternis die Sonne verschlingen würde.

Mit dem folgenden Java-Programm können die ekliptikalen Koordinaten der Sonne und des Mondes für jeden beliebigen Zeitpunkt eines Julianischen Datums in Julianischen Jahrhunderten in Bezug auf die astronomische Standarddepoche J2000 berechnet werden:

→ **Java-Programm "EkliptikaleKoordinatenMondSonne"**⁵[4]

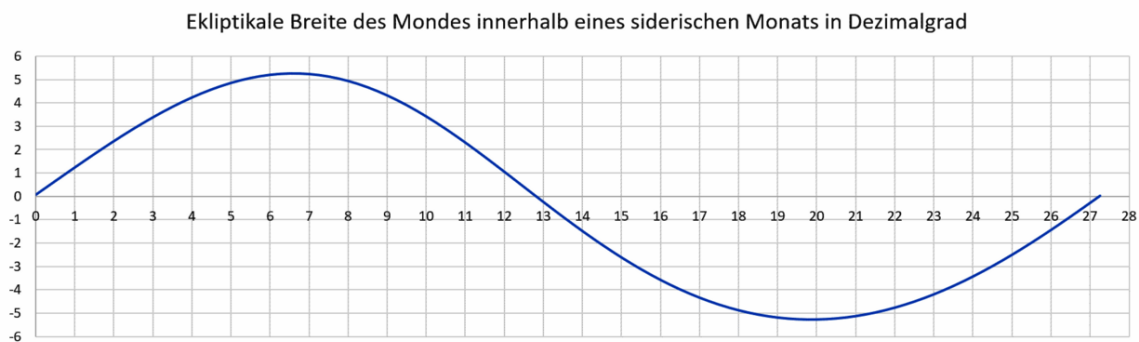


Abb. 108 Die ekliptikalen Breiten des Mondes im Verlauf eines drakonitischen Monats beziehungsweise eines nur gut zweieinhalb Stunden längeren siderischen Monats mit gut 27 Tagen.

3 https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Konjunktionen#Mondh%C3%A4user

4 https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme#Der_Trichter_der_Thuraya

5 https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_EkliptikaleKoordinatenMondSonne

Die täglichen Änderungen der ekliptikalen Breite des Mondes in Bogengrad innerhalb eines Mondviertels	
Tage nach aufsteigendem Knoten	Änderung der ekliptikalen Breite zum Vortag
1	1,2°
2	1,1°
3	1,0°
4	0,9°
5	0,6°
6	0,3°
7	0,0°

Der Mond hat ähnlich wie die Sonne einen scheinbaren Winkeldurchmesser von ungefähr 30 Bogenminuten beziehungsweise 0,5 Bogengrad. Dies entspricht bei Betrachtung des eigenen Fingers mit ausgestrecktem Arm in etwa einem Viertel der Fingerdicke.

In der deutschsprachigen Schweiz gibt es für diese im Laufe eines Monats täglich mehr oder weniger wahrnehmbaren Änderungen der ekliptikalen Breite sogar eigene Adjektive. Das Ansteigen der ekliptikalen Breite des Mondes nach Norden wird **obsigend** und das Abfallen des Mondes nach Süden **nidsigend** genannt.

Der Mond kann auf seiner Bahn im Laufe der Zeiten alle ekliptiknahen Himmelsobjekte inklusive aller Planeten und der Sonne bedecken und innerhalb einer Stunde wieder freigeben, die sich in einem Band bis zu gut ± 5 Bogengrad nördlich oder südlich neben der Ekliptiklinie befinden. Aristoteles (* 384 vor Christus; † 322 vor Christus) hat dies in seiner Schrift "Über den Himmel" (altgriechisch: *Περὶ οὐρανοῦ* / *Peri uranu*) beschrieben und darauf hingewiesen, dass die Babylonier und die Ägypter solche Phänomene über lange Zeit beobachtet und dokumentiert haben.^[5] In den frühen Abendstunden des 5. Aprils 357 vor Christus bedeckte der zunehmende Halbmond im Sternbild Löwe (Leo) nahe dem Stern Regulus (α Leonis) den Planeten Mars von seiner Schattenseite her gut eine Stunde lang.

Der ekliptiknahe Hauptstern Pollux im Sternbild Zwillinge (Gemini) hat sich aufgrund seiner Eigenbewegung im Laufe der letzten zehntausend Jahre so weit von der Ekliptiklinie entfernt, dass er inzwischen nicht mehr vom Mond bedeckt werden kann.

→ Für die sieben hellsten Objekte siehe Exkurs **Die sieben hellsten Objekte der Ekliptik**⁶.

5.1.4 Siderische Mondperioden

Der Mond erscheint innerhalb eines tropischen Jahres dreizehn- oder vierzehnmal an einer bestimmten Stelle des Fixsternhimmels, wobei er wegen der unterschiedlichen Periodendauern von siderischen und synodischen Monaten immer ein anderes **Mondalter** (die Anzahl

⁶ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Die_sieben_hellsten_Objekte_der_Ekliptik

der Tage seit dem letzten Neumond) und wegen der unterschiedlichen Periodendauern von siderischen und drakonitischen Monaten immer eine andere ekliptikale Breite aufweist.

Die beiden folgenden Diagramme sollen den zeitlichen Verlauf der Mondphasen und der ekliptikalen Breiten des Mondes bei seinem Erscheinen im Goldenen Tor der Ekliptik während 254 aufeinanderfolgender siderischer Perioden mit jeweils 27,322 Tagen (insgesamt 6940 Tage beziehungsweise 19 Jahre) veranschaulichen:

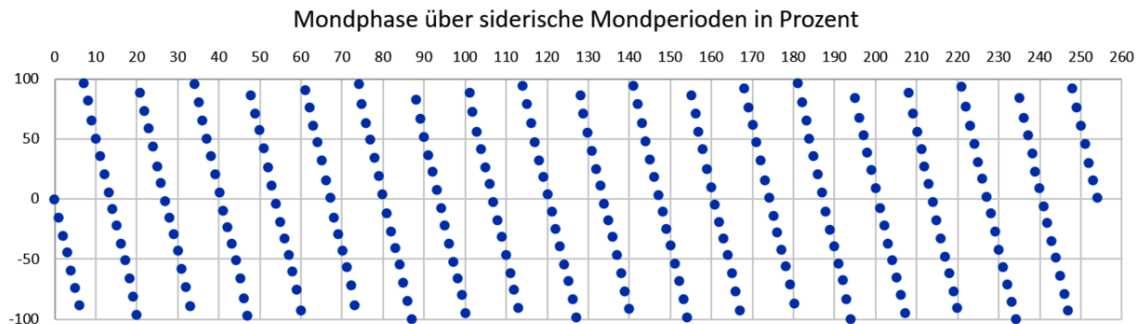


Abb. 109 Die Mondphasen bei aufeinanderfolgenden Erscheinungen des Mondes im Goldenen Tor der Ekliptik innerhalb von 254 siderischen Perioden (insgesamt 19 Jahre). Da der synodische Monat (von Neumond zu Neumond) über zwei Tage länger ist als der siderische Monat, kommt es hierbei zu Verschiebungen, weil der Mond nach Ablauf eines siderischen Monats beim Erreichen derselben ekliptikalen Länge noch nicht ganz wieder sein maximales Mondalter erreicht hat.

In der oberen Hälfte des Diagramms sind zunehmende und in der unteren Hälfte abnehmende Monde zu beobachten. Eine Mondphase von 0 Prozent steht für einen Neumond und eine Mondphase von ± 100 Prozent für einen Vollmond.

Der Startpunkt (Tag 0 im Monat 0) kann zum Beispiel mit dem 22. Mai 2020 am Abend (UTC) angesetzt werden, an dem der Neumond zusammen mit der Sonne im Goldenen Tor der Ekliptik stand. Dies geschieht dann nach 19 Jahren am 23. Mai 2039 kurz nach Mitternacht (UTC) erneut.

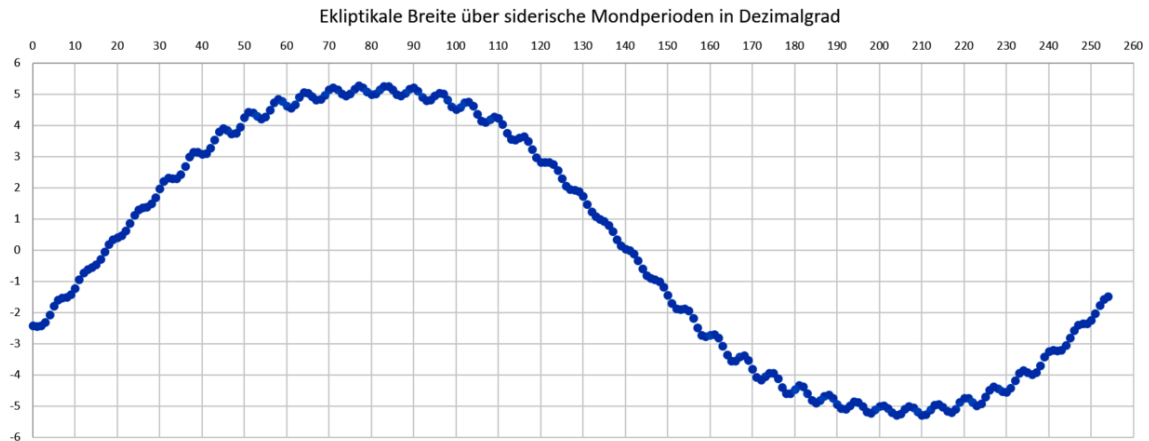


Abb. 110 Die ekliptikalen Breiten des Mondes bei aufeinanderfolgenden Erscheinungen des Mondes im Goldenen Tor der Ekliptik innerhalb von 254 aufeinanderfolgenden siderischen Perioden (insgesamt 19 Jahre). Da der drakonitische Monat (von einem aufsteigendem Mondknoten bis zum nächsten aufsteigenden Mondknoten) gut zweieinhalb Stunden kürzer ist als der siderische Monat, kommt es hierbei zu Verschiebungen, weil der Mond nach Ablauf eines siderischen Monats den aufsteigenden Knoten bereits wieder hinter sich gelassen hat.

Bei großen ekliptikalen Breiten (oben) kommt es im Goldenen Tor der Ekliptik zu Bedeckungen der Plejaden und bei kleinen ekliptikalen Breiten (unten) kommt es zu Bedeckungen der Hyaden oder des Sterns Aldebaran durch die Mondscheibe.

Der Startpunkt (Tag 0 im Monat 0) kann beispielsweise ebenfalls mit dem 22. Mai 2020 angesetzt werden, an dem der Neumond vom Erdmittelpunkt aus gesehen bei einer ekliptikalen Breite von zirka $-2,5$ Bogengrad unterhalb der Sonne, deren ekliptikale Breite definitionsgemäß 0 Bogengrad beträgt, im Goldenen Tor der Ekliptik stand.

Nach 18,61 Jahren (beziehungsweise 6793,5 Tagen oder gut 230 synodischen Monaten, in dieser Abbildung also nach gut 248,6 siderischen Monaten) erreicht der Mond dieselbe ekliptikale Breite und fast die gleiche Mondphase, befindet sich dann allerdings bei einer anderen ekliptikalen Länge.

Die kurzperiodische kleine Wellenbewegung kommt durch die Nutation der Erdachse im Bezug zur Ekliptik beziehungsweise zum Fixsternhimmel zustande; sie hat eine Periodendauer von 35 Tagen und überlagert sich mit den zirka eine Woche kürzeren siderischen Mondperiode.

5.1.5 Der Meton-Zyklus

Nicht nur die Bestimmung und Vorhersage der Auf- und Untergänge der Venus haben die Aufmerksamkeit der Astronomen des Altertums auf sich gezogen, sondern auch der Mondzyklus mit den verschiedenen Mondphasen sowie das Auftreten von Mondfinsternissen bei Vollmond und von Sonnenfinsternissen bei Neumond. Es gibt einen Zyklus, der die Zeit beschreibt, nachdem die Sonne und der Mond die gleiche Konstellation erreichen. Nach 19 Jahren (beziehungsweise knapp 6940 Tagen) hat nicht nur die Sonne dieselbe ekliptikale Länge erreicht, sondern auch der der Mond (nach 254 siderischen Monaten), und er hat daher auch dieselbe Mondphase (nach 235 synodischen Monaten). Außerdem hat er dann

auch noch annähernd die gleiche ekliptikale Breite (nach 255 drakonitischen Monaten), so dass er fast an derselben Stelle des Fixsternhimmels steht.^[6]

Der Zyklus beruht also im Wesentlichen auf der zwar nur langfristig, jedoch leicht zu beobachtenden Tatsache, dass 19 tropische Sonnenjahre (6939,6 Tage), 235 synodische Monate (6939,6 Tage), 254 siderische Monate (6939,8 Tage) und 255 drakonitische Monate (6939,1 Tage) fast die gleiche Länge haben. Der Unterschied zwischen den ersten beiden beträgt sogar nur rund zwei Stunden.

Dieser 19-jährige Mondzirkel beziehungsweise der nach dem antiken griechischen Astronomen Meton⁷ (5. Jahrhundert vor Christus) benannte **Meton-Zyklus** sowie auch der unten erwähnte Saros-Zyklus waren im Altertum spätestens schon den Babyloniern bekannt und dienten als Grundlage für ihren Mondkalender. Auch die 19 Megalithe des Bluestone-Hufeisens von Stonehenge (2270 bis 1930 vor Christus) werden beispielsweise damit in Zusammenhang gesehen. Im Übrigen werden beispielsweise auch die Goldhüte aus der Bronzezeit mit dem Meton-Zyklus in Verbindung gebracht.^[7] Für diese Erkenntnis ist entweder die Weitergabe von beobachteten astronomischen Ereignissen, wie der Bedeckung der Plejaden durch den Mond, an die nächste Generation erforderlich oder ein Lebensalter, das mindestens zwei solcher Ereignisse umfasst, je nach Zeitpunkt der Geburt also rund 25 bis über 40 Jahre. Das nächste Mal werden die beiden Elternsterne der Plejaden von Mitteleuropa aus gesehen in den Morgenstunden des 8. Augusts 2024 von der Scheibe des abnehmenden Halbmonds bedeckt. Am 1. April 2025 werden gegen Mitternacht dann sogar mehrere helle Sterne des Sternhaufen durch die nur vier Tage alte Mondsichel bedeckt.

Die **Goldene Zahl** gibt an, das wievielte von diesen 19 Jahren ein bestimmtes Jahr ist, und sie spielt auch heute noch eine wichtige Rolle bei der Bestimmung des Osterdatums, zum Beispiel mit Hilfe der Formeln zur Berechnung des Osterdatums von Carl Friedrich Gauß⁸ (* 1777; † 1855). Der Name Goldene Zahl rührt möglicherweise davon her, dass der diesem Zyklus zugrundeliegende Kalender (Parapegma) des Meton auf den Steinmauern seiner Sonnenuhr (heliotropion) am Pnyx-Hügel in Athen in goldener Schrift zu sehen war.^{[8][6]}

Heute ist in den Monaten um die Wintersonnenwende alle 19 Jahre morgens am westlichen Horizont der untergehende Vollmond im Goldenen Tor der Ekliptik zu sehen, wie zuletzt im Dezember 2018. Die untere Hälfte des Mondes wird dann während des Untergangs vom Horizont verdeckt und der sichtbare leuchtende Teil bildet somit einen Halbkreis, wie er im mittleren Segment der Himmelstafel angedeutet ist. In diesem Fall liegen Hyaden und Plejaden im Westen auf einer Linie parallel zum Horizont und der dazwischenliegende, beim Untergang noch halb zu sehende Vollmond würde der Abbildung auf der Steintafel von Tal-Qadi entsprechen. Vor 4500 Jahren ergab sich diese Himmelsansicht wegen der Verschiebung des Frühlingspunktes bereits um die Tag-und-Nacht-Gleiche im Herbst.

Über diese Koinzidenzen hinaus kann übrigens beobachtet werden, dass der Mond nach 18,03 Jahren (also nach 242 drakonitischen Monaten beziehungsweise 6585,3 Tagen) exakt denselben auf- oder absteigenden Knoten erreicht, wobei Sonne und Mond ebenfalls die gleiche ekliptikale Länge haben (nach 223 synodischen Monaten). Sie befinden sich dann

⁷ <https://de.wikipedia.org/wiki/Meton>

⁸ https://de.wikipedia.org/wiki/Carl_Friedrich_Gau%C3%9F

jedoch an einer anderen Stelle des Fixsternhimmels, da diese Dauer nicht mit den siderischen Perioden übereinstimmt. Dieser Zyklus wird **Saros-Zyklus** genannt.

Ferner existiert ein 18,6-jähriger Mondzyklus, der darauf beruht, dass bedingt durch die Präzession der Mondbahn der aufsteigende und der absteigende Mondknoten nach dieser Zeit die Ekliptik entgegen der Umlaufrichtung des Mondes (retrograd) genau einmal vollständig durchlaufen haben. Die Mondknoten bewegen sich in ihrer ekliptikalen Länge hierbei um einen Winkel von 19,34 Bogengrad pro Jahr. Dies ist zum Beispiel anhand der Abweichungen der ekliptikalen Breiten des Mondes und somit der Azimute bei den Mondauf- und -untergängen am Horizont zu beobachten, die sich nach 18,61 Jahren wiederholen und dabei um die Punkte der Winter- und der Sommersonnenwende pendeln, die definitionsgemäß bei der ekliptikalen Breite null genau in der Ekliptik liegen. Die Zeitpunkte an dem die entsprechenden Punkte zwischen dem nördlichen und dem südlichen Horizont am engsten beziehungsweise am weitesten auseinanderliegen, heißen kleine und große **Mondwenden**. Zudem werden alle möglichen Positionen des Mondes in Bezug auf die Ekliptik bei den ekliptikalen Längen von -180 bis +180 Bogengrad und den ekliptikalen Breiten von ungefähr -6 bis +6 Bogengrad innerhalb dieser Periode erreicht. Somit erfolgen auch alle möglichen Sternbedeckungen (Okkultationen) innerhalb dieser Periodendauer, insbesondere die der Plejaden, der Hyaden und von Aldebaran im Sternbild Stier (Taurus).

Auch im alten chinesischen, mündlich überlieferten Volksmärchen „Morgenhimmel“ wird der Zyklus vom **Stern des großen Jahres** erwähnt, der sich erst nach 18 Jahren, also im 19. Jahr wiederholt:^[9]

Als Morgenhimmel gestorben war, berief der Kaiser den Sterndeuter und fragte: „Kannst du Morgenhimmel?“

Der sagte: „Nein.“

Der Kaiser fragte: „Was verstehst du denn?“

Der Sterndeuter sagte: „Ich kann nach den Sternen sehen.“

„Sind alle Sterne an ihrem Platz?“ fragte der Kaiser.

„Ja. Nur den Stern des großen Jahres habe ich achtzehn Jahre nicht gesehen. Jetzt aber ist er wieder sichtbar.“

Da blickte der Kaiser zum Himmel auf und seufzte: „Achtzehn Jahre lang war Morgenhimmel mir zur Seite, und ich wusste nicht, dass er der Stern des großen Jahres war.“

5.1.6 Der Kalenderstein vom Tempel Mnajdra

Im maltesischen Tempel Mnajdra sind unweit von Tal-Qadi zwei Kalendersteine gefunden worden, die ebenfalls aus der Tempelperiode der Insel stammen. Auf dem östlichen Kalen-

derstein gibt es mehrere Lochreihen, deren Lochzahlen alle mit lunaren und solaren Kalendern im Zusammenhang stehen. Die Bohrungen sind heute in horizontaler Richtung ausgerichtet, wurden damals vermutlich unter Ausnutzung der Gravitation senkrecht nach unten auf dem noch liegenden Stein ausgeführt. Somit wäre es möglich gewesen, für Markierungs- oder Zählzwecke zum Beispiel kugelförmige Gegenstände in die Löcher zu legen.

Am Kopf des Steins gibt es mehrere hundert, flächenhaft angeordnete Löcher, die eventuell für die einzelnen Monate oder Jahre einer langfristigen Beobachtung stehen. Darunter tauchen rechtsbündig sieben horizontale Lochreihen auf, die in der Skizze mit den Buchstaben A bis G gekennzeichnet sind, wobei die beiden Teilreihengruppen B1 und B2 sowie C1, C2 und C3 zusammengefasst betrachtet werden:

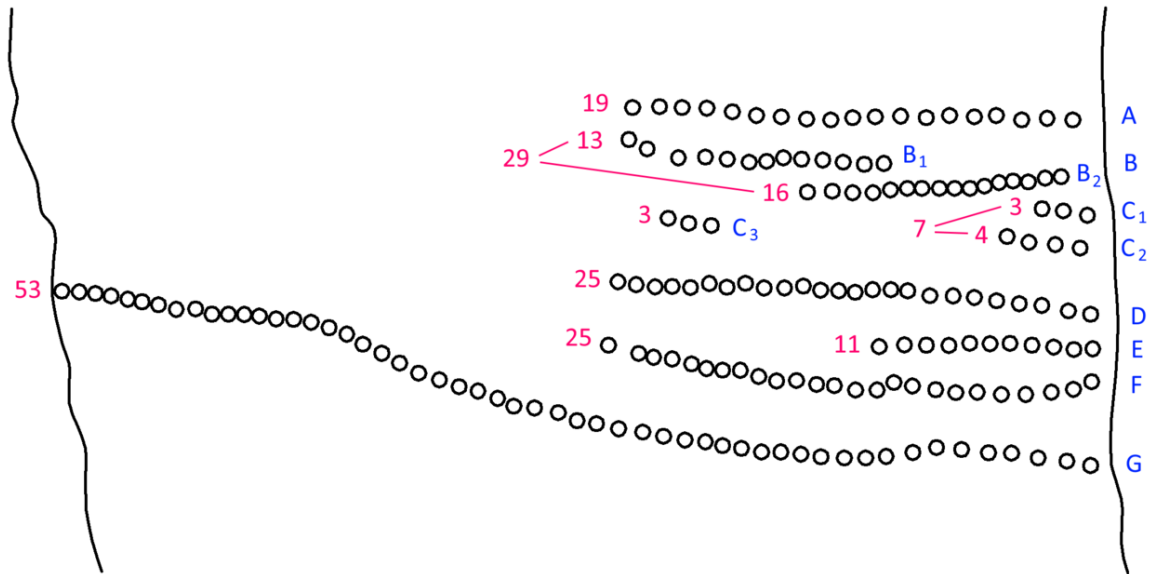


Abb. 111 Skizze der Lochreihen auf dem Kalenderstein von Mnajdra nach Ventura und Hoskin.^[10]

Lochreihen auf dem Kalenderstein vom Tempel Mnajdra auf Malta		
Reihe	Anzahl der Löcher	Mögliche Verwendung
A	19	Für die jeweilige Goldene Zahl jedes Sonnenjahres innerhalb des 19-jährigen Meton-Zyklus (235 synodische, 255 drakonitische, 254 siderische Monate beziehungsweise 6940 Tage). Nach einem Sonnenjahr hat die Sonne wieder die gleiche ekliptikalen Länge. Nach Ablauf der gesamten Meton-Periode hat der Mond wieder die gleiche Mondphase und die gleiche ekliptikalen Breite und die gleiche ekliptikalen Länge (zum Beispiel im Goldenen Tor der Ekliptik oder im Frühlingspunkt).
B	B ₁ : 13 (links)	In Summe 29, für die Anzahl der vollständigen Tage in einem synodischen Monat (29,5 Tage). Nach dieser Zeit hat der Mond wieder die gleiche Mondphase erreicht. Vom Altlicht des Mondes bis zum Vollmond sind es 16 Tage, und danach sind es 13 Tage bis zum nächsten Altlicht.
		Nachdem die Doppelreihe vervollständigt wurde, gibt es dafür einen Übertrag in die Reihe E und wenn diese bereits voll ist, für das nächste beginnende Goldene Jahr einen Übertrag in die Reihe A.

Lochreihen auf dem Kalenderstein vom Tempel Mnajdra auf Malta		
C	C ₁ : 3 (rechts oben)	Für die sieben vollständigen Tage eines Mondviertels (7,4 Tage) in der ersten Hälfte einer Woche.
	C ₃ : 3 (links)	Während die Doppelreihe B vollständig durchlaufen wurde, gibt es einen Übertrag in diese Reihe. Diese elf Mulden stehen dann für überzähligen Tage in einem Sonnenjahr (365,2 Tage) im Vergleich zu zwölf synodischen Monaten (354,4 Tage). Wenn diese Reihe bereits voll ist, gibt es für das nächste beginnende Goldene Jahr einen Übertrag in die Reihe A.
D	25	Für die 25 vollendeten Mondviertel in der ersten Hälfte eines Sonnenjahres.
E	11	Nachdem die Doppelreihe B vollständig durchlaufen wurde, gibt es einen Übertrag in diese Reihe. Diese elf Mulden stehen dann für überzähligen Tage in einem Sonnenjahr (365,2 Tage) im Vergleich zu zwölf synodischen Monaten (354,4 Tage). Wenn diese Reihe bereits voll ist, gibt es für das nächste beginnende Goldene Jahr einen Übertrag in die Reihe A.
F	24 + 1 = 25	Für die 24 bis 25 vollendeten Mondviertel in der zweiten Hälfte eines Sonnenjahres. Das 25. Loch ist etwas abgesetzt, da es für ein am Ende des Jahres eingeschaltetes Mondviertel steht, das nur ungefähr in jedem zweiten Sonnenjahr auftritt.
G	53	Für die begonnenen 53 Siebentagewochen in einem Sonnenjahr (365,2 Tage) beziehungsweise von einem heliakischen Auf- oder akronychischen Untergang der Plejaden zum nächsten.



Abb. 112 Über dem östlichen Horizont beim Morgenletzt gerade noch sichtbares Altlicht des abnehmenden Mondes 33 Stunden vor Neumond mit der vom Erdschein beleuchteten Nachtseite des Mondes.

Zu der Doppelreihe B sei angemerkt, dass auch im altägyptischen Mondkalender, der im Neolithikum in Verwendung war, der Monat nicht mit dem unsichtbaren Neumond, sondern mit dem gerade noch sichtbaren Altlicht des Morgenletzt des Mondes begann, also gut einen Tag vor Neumond.^[11] Die beiden letzten Löcher sind etwas nach links abgesetzt, was mit folgendem Sachverhalt im Einklang steht: zwei Tage vor dem Ende einer synodischen Periode, also schon nach gut 27 Tagen, ist ein siderischer Monat vorüber, nach welchem der Mond die gleiche ekliptikale Länge erreicht hat. Das heißt bereits nach gut 27 Tagen steht der Mond zum Beispiel wieder im Goldenen Tor der Ekliptik, bevor er erst nach gut 29 Tagen erneut sein Altlicht erreicht (gut einen Tag vor Neumond). Die Sonne ist innerhalb des synodischen Monats durch die Bewegung der Erde um die Sonne gegenüber dem Fixsternhimmel um knapp 30 Bogengrad weiter nach links gezogen.

Alternativ könnten die 50 Löcher in Reihen D und F eventuell auch für die 50 vollständigen Siebentagewochen (350 Tage) innerhalb von zwölf synodischen Perioden stehen, die eine Dauer von 50,6 Wochen beziehungsweise 354,4 Tagen haben.

Auch auf einem weiteren, sogenannten westlichen und heute ebenfalls aufgerichteten Stein der Tempelanlage sind mehrere Lochreihen zu sehen, die aus 16, 12, 19, 7, 30, 31, 32, 35, 37, 12 und 13 Löchern bestehen.^[12] Einige dieser Zahlen tauchen auch im Zusammenhang mit dem östlichen Stein auf oder sind ebenfalls leicht mit lunaren oder solaren Kalendertagen in Verbindung zu bringen.

→ In Bezug auf die Bedeutung von bestimmten Zahlen in der Astronomie siehe auch **Exkurs „Zahlen“**⁹.

5.1.7 Malereien in der Höhle von Magura



Abb. 113 Erste Hälfte des synodischen Monats in einer Darstellung der Höhlenmalerei von Magura. Rechts ist die schmale, liegende Mondsichel des Altlichts beim Morgenletzt zu sehen. Ein bis zwei Tage später ist Neumond, danach nimmt der Mond wieder zu, und nach insgesamt sechzehn Tagen wird der Vollmond erreicht (links).

In der Magura-Höhle gibt es nicht nur eine sehr alte bildliche Darstellung eines Schöpfungsmythos, sondern ebenfalls Hinweise darauf, dass verschiedene Mondzyklen bekannt waren. Unter den Darstellungen befindet sich insbesondere eine Reihe von Strichen, mit denen die 16 Tage vom Altlicht des Mondes bis zu Vollmond gezählt worden sein können.

→ Weitere Erläuterungen finden sich im **Wikibook „Die Höhlenmalerei in der Magura-Höhle“**¹⁰.

5.2 Einzelnachweise

1. mēnōt¹¹, Pokorny - Indogermanisches etymologisches Wörterbuch
2. Donald Frazer: *Hieroglyphs and Arithmetic of the Ancient Egyptian Scribes*, Kapitel 2.6.5 *Hekat Fractions and Ro*, Xlibris Corporation, 2012, ISBN 9781469136462¹²

9 https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen

10 https://de.wikibooks.org/wiki/Die_H%C3%B6hlenmalerei_in_der_Magura-H%C3%B6hle

11 https://indogermanisch.org/pokorny-etymologisches-woerterbuch/m%C4%93n%C5%8Dt_gen_m%C4%93neses_woraus_m%C4%93nes-_m%C4%93ns-_m%C4%93s-_m%C4%93n.htm

12 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9781469136462>

3. Irene Hager und Stefan Borovits (Wien, Österreich): *Der Vorläufer einer Oktaëteris auf dem Kalenderstein bei Leodagger/Pulkau?*, Kapitel 26.2.2 *Astronomisch/kalendarische "Zählmaschinen" aus der Bronzezeit*, in: Gudrun Wolf-schmidt (Herausgeberin): *Orientierung, Navigation und Zeitbestimmung - Wie der Himmel den Lebensraum des Menschen prägt*, Proceedings der Tagung der Gesellschaft für Archäoastronomie in Hamburg 2017, Band 42 von Nuncius Hamburgensis - Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Verlag tredition, 2019, ISBN 9783749767717¹³
4. Unter Verwendung der Formeln aus: Oliver Montenbruck, Thomas Pfleger: *Astronomie mit dem Personal Computer*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1989, ISBN 978-3-662-05865-7¹⁴
5. Aristoteles: *On the Heavens*¹⁵, Teil 12, Buch II, um 350 vor Christus, ins Englische übersetzt von John Leofric Stocks (* 1882; † 1937)
6. Thomas Rutherford: "A System Of Natural Philosophy: Being A Course of Lectures In Mechanics, Optics, Hydrostatics, and Astronomy; Which are Read in St Johns College Cambridge", volume 2, chapter XIV: "Of the devision of time", paragraph 388: "The cycle of Metos", 990 ff.
7. Wilfried Menghin: „Der Berliner Goldhut und die goldenen Kalendarien der alteuropäischen Bronzezeit“, *Acta Praehistorica et Archaeologica*, Band 32, 2000, ISSN 0341-1184, Seiten 31 bis 108
8. Michael Wright: *The Pnyx*, Athens, Greece¹⁶, Portal to the Heritage of Astronomy, August 2011
9. *Morgenhimmel*¹⁷
10. Frank Ventura, Michael Hoskin: *Temples of Malta*¹⁸, in: Clive Ruggles (Herausgeber), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, 7. Juli 2014, Seiten 1421-1430, Springer, New York, ISBN 978-1-4614-6140-1¹⁹
11. Joachim Friedrich Quack: *Zwischen Sonne und Mond - Zeitrechnung im Alten Ägypten*²⁰, Seite 38, in: Harry Falk (Herausgeber), *Vom Herrscher zur Dynastie. Zum Wesen kontinuierlicher Zeitrechnung in Antike und Gegenwart*, Bremen 2002
12. David Humiston Kelley, Eugene Frank Milone: *Exploring Ancient Skies: A Survey of Ancient and Cultural Astronomy*, Part II *Astronomy in Cultures*, 6 *Paleolithic and Neolithic Cultures*, 6.2 *Megalithic Cultures*, 6.2.18 *Mediterranean and North African Megalithic Sites*, 6.2.18.1 *Malta*, pages 201 and 202, Springer, 2011, ISBN 9781441976246²¹

13 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9783749767717>

14 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9783662058657>

15 <http://classics.mit.edu/Aristotle/heavens.2.ii.html>

16 <https://www3.astronomicalheritage.net/index.php/show-entity?identity=26&idsubentity=1>

17 <https://de.wikisource.org/wiki/Morgenhimmel>

18 https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6141-8_133

19 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9781461461401>

20 <https://core.ac.uk/download/pdf/35120251.pdf>

21 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9781441976246>

6 Konjunktionen

Diese Webseite ist ein astronomischer Exkurs des Wikibooks über **die Himmelstafel von Tal-Qadi**¹.

6.1 Konjunktionen



Abb. 114 Konjunktion des Kometen *C/2020 F3 (NEOWISE)* mit dem Stern *Talitha Borealis* (ι Ursae Majoris) im Sternbild Großer Bär (Ursa Major) in der nautischen Abenddämmerung am 18. Juli 2020 um 21:28 Uhr UTC in einer Höhe von 17° über dem nördlichen Horizont von Berlin (Bildhöhe = 4°). Der Abstand zwischen dem Stern und dem Kometen betrug sieben Bogenminuten. Am unteren Bildrand, etwas links der Mitte der südliche Nachbarstern *Talitha Australis* (Kappa Ursae Majoris, auch *Alkaphrah*).

Bei einer **Konjunktion** (lateinisch *coniunctio* = *Verbindung*) begegnen sich am Himmel zwei Objekte scheinbar. Hierbei muss sich mindestens eines der beiden Himmelsobjekte ge-

¹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi

genüber dem Fixsternhimmel bewegen. Dies betrifft insbesondere die **sieben** mit bloßem Auge sichtbaren Wandelgestirne Sonne, Mond, die beiden inneren Planeten Merkur und Venus sowie die drei äußeren Planeten Mars, Jupiter und Saturn. Im weiteren Sinne gehören auch die Planeten Uranus und Neptun, die Zwergplaneten, Asteroiden und Kometen dazu. Wird bei einer solchen Begegnung das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges von zirka einer Bogenminute oder des für eine Beobachtung eingesetzten Teleskops unterschritten, kommt es zu einer scheinbaren Verschmelzung der betroffenen Himmelskörper. Die Bedeckung eines Himmelskörpers durch einen flächenhaft wahrgenommenen anderen Himmelskörper wird auch **Okkultation** genannt.

Früher wurde zwischen der Astronomie und der Astrologie nicht unterschieden, und solche Konjunktionen galten häufig als Auslöser oder als Vorzeichen von anderen Ereignissen. Der griechische Universalgelehrte **Aristoteles**² (* 384 vor Christus; † 322 vor Christus) hat in seinem Werk "Meteorologikon" (altgriechisch: "Μετεωρολογικῶν"), das um 350 entstanden ist, beispielsweise erwähnt, dass er die scheinbare Verschmelzung vom Planeten Jupiter und einem Stern im Sternbild Zwillinge (Gemini) beobachtet hat, ohne dass dabei ein Komet entstanden sei.^[1] Hierfür kommen entweder der Stern **1 Geminorum** (4,8^m) in den Abendstunden des 24. April 360 vor Christus (Julianisches Datum = 1590047,3) mit einem Winkelabstand von sieben Bogenminuten am westlichen Horizont oder der Stern **Wasat** (3,5^m, δ Geminorum) in den Morgenstunden des 13. Juli 360 vor Christus (Julianisches Datum = 1590126,6) mit einem Winkelabstand von zwanzig Bogenminuten am östlichen Horizont in Frage. Zwölf Jahre zuvor kam es ebenfalls zu ähnlichen Begegnungen, zu diesem Zeitpunkt war Aristoteles allerdings erst zwölf Jahre alt.

Eine besonders beachtenswerte Rolle unter den Planeten spielt der Jupiter, da er für einen Umlauf um die Sonne zwölf Jahre benötigt. Daher steht er von der Erde aus gesehen jeweils ein Jahr lang in Konjunktion zu einem der zwölf Lebewesenkreiszeichen im **Zodiak** entlang der Ekliptik.

Siehe auch → **Wikibook Zahlen / Zur Zwölf**³.

Wegen seiner vergleichsweise geringen Umlaufzeit steht am häufigsten der Erdmond in Konjunktion mit den sechs anderen mit bloßem Auge sichtbaren Wandelgestirnen. Mit einem einfachen Fernrohr lassen sich auch die wegen ihrer noch geringeren Umlaufzeiten noch häufiger sich ergebenden Konjunktionen der vier Galileischen Monde untereinander und mit ihrem Planeten Jupiter beobachten. Wegen der extrem großen Helligkeit der Sonne lässt sich eine Konjunktion mit ihr bei Neumond nur beobachten, wenn es eine Sonnenfinsternis, einen Venustransit oder einen Merkurtransit gibt. Wegen seiner größeren Nähe bedeckt der Erdmond bei einer Konjunktion gegebenenfalls immer die anderen Himmelskörper.

Bei einer Konjunktion vermindert sich die **Elongation** zwischen den betreffenden Himmelskörpern auf null. Sie wird meist von der Sonne in Bezug auf den Mond oder einen Planeten angegeben. Das Gegenteil der Konjunktion ist die **Opposition**, bei der sich zwischen den beiden betreffenden Himmelskörpern eine Elongation von 180 Bogengrad ergibt.

Die Sonne liegt vom Erdmittelpunkt aus gesehen stets in der **Ekliptik**, und alle Planetenbahnen verlaufen mit geringen Abweichungen von wenigen Grad in der Nähe der Ebene der Ekliptik. Der Erdmond hat aufgrund seiner leicht geneigten Umlaufbahn um die Erde

² <https://de.wikipedia.org/wiki/Aristoteles>

³ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Zur_Zw%C3%B6lf

ebenfalls eine Abweichung von der Ekliptik, die sich aufgrund seiner im Vergleich zu den Planeten starken Schwerkraftbindung zur Erde in deutlich schnelleren scheinbaren Schwankungen um diese Bezugsebene auswirkt.

Der Mond benötigt für einen vollständigen Umlauf um die Erde einen **Monat**. Nur wenn der Abstand zur Ekliptik (also die Höhe über oder unter der Ekliptik beziehungsweise als Koordinate die ekliptikale Breite) hinreichend gering ist, kann es bei gleichzeitigem **Vollmond** zu **Mondfinsternissen** oder bei gleichzeitigem **Neumond** zu **Sonnenfinsternissen** kommen. Die beiden inneren Planeten werden von der Erde umrundet und sind daher nur in einem relativ kleinen, zur Sonne symmetrischen Winkelsegment mit geringen **Elongationen** zu beobachten; abends im Westen nach Sonnenuntergang oder morgens im Osten vor Sonnenaufgang. Die Elongation der Sonne ist definitionsgemäß null. Die äußeren Planeten umrunden die Erdbahn und tauchen wie der Mond im Laufe der Zeit daher auf dem gesamten Kreis der Ekliptik auf. Die Elongationen von Mond und äußeren Planeten können also alle Werte zwischen -180 und +180 Bogengrad erreichen.

Haben zwei oder mehr der sieben stetig wandelnden und gut sichtbaren Gestirne, also Sonne und Mond sowie die Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, die gleiche ekliptikale Länge, kommt es zu einer **Konjunktion** zwischen den betroffenen Gestirnen. Bei den beiden größten und äußeren Planeten Jupiter und Saturn wird in diesem Fall von einer **großen Konjunktion** gesprochen. Solche Ereignisse unterliegen langjährigen Zyklen und wurden seit jeher als spektakulär betrachtet.^[2] Wenn eine große Konjunktion innerhalb von wenigen Monaten sogar dreimal stattfindet, dann wird von der **größten Konjunktion** gesprochen.

- Beispiele für weitere Konjunktionen



Abb. 115 Partielle Sonnenfinsternis am 10. Juni 2021 in Berlin bei maximalem Bedeckungsgrad von 13,3 Prozent und einem entsprechenden Verfinsterungsgrad von 23,9 Prozent. Der Mond zog scheinbar von rechts nach links über die obere Kante der Sonnenscheibe; Vom ersten Kontakt zum Maximum der Bedeckung und dann wieder zum letzten Kontakt dauerte es jeweils zirka eine Stunde.



Abb. 116 Der am 27. Juli 2018 bei Vollmond während einer Mondfinsternis aus dem Kernschatten der Erde tretender Blutmond. Der gegenüber dem Fixsternhimmel nach links ziehende Vollmond wird an der linken Seite bereits wieder vom direkten Sonnenlicht getroffen; ungefähr einer Stunde später hatte der Mond den Erdschatten verlassen.



Abb. 117 Große Konjunktion am südwestlichen Abendhimmel mit einem Abstand von ungefähr 15 Bogenminuten zwischen Saturn (links oben) und Jupiter (rechts unten) im Dezember 2020 zwei Tage vor der größten Annäherung zwischen den beiden Planeten.

Die vier Galileischen Monde: links oberhalb vom Jupiter die Monde Kallisto, Ganymed und Europa, rechts unterhalb in unmittelbarer Nähe zu Jupiter der Mond Io.

Die Ekliptiklinie verläuft diagonal zwischen der linken oberen und der rechten unteren Bildecke.



Abb. 118 Konjunktion von Vollmond und Jupiter am 10. April 2017. Neben Jupiter (rechts unten) die vier Galileischen Monde (von links unten nach rechts oben): Io, Ganymed, Europa und Kallisto.

6.1.1 Untergang einer Konjunktion von Venus und Mond

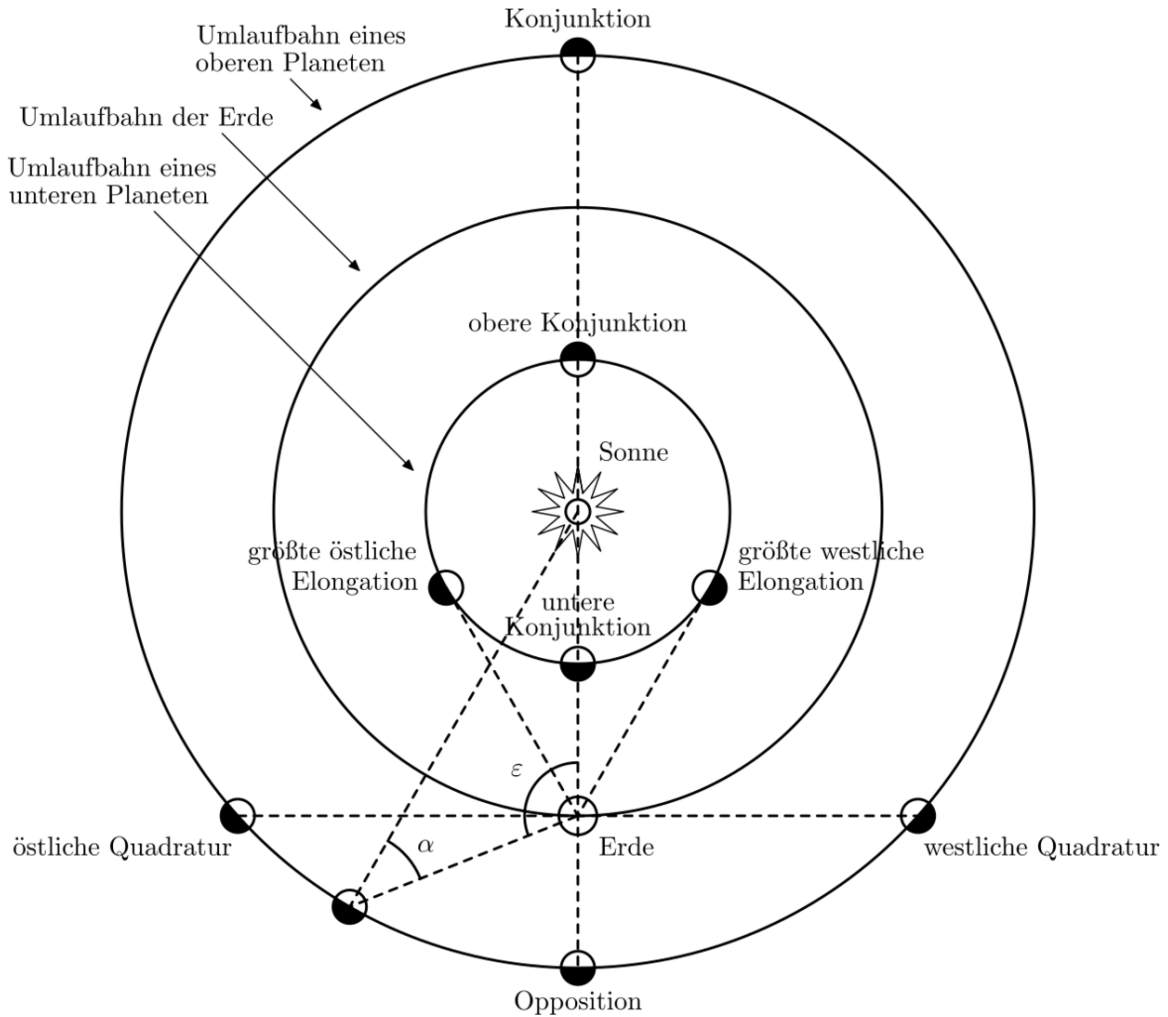


Abb. 119 Die Venus ist in Bezug auf die Erde ein unterer Planet mit einer Elongation von maximal 48 Bogengrad.

Wenn Mond und Sonne die gleiche ekliptikale Länge haben, hat die Elongation des Mondes den Wert Null, es herrscht Neumond und es kann dann zu einer Sonnenfinsternis kommen. Der Mond braucht einen Monat, um den Kreis der Ekliptik einmal komplett zu durchlaufen, wobei seine Elongation bei Vollmond auf 180 Bogengrad anwächst und danach wieder bis auf Null zurückgeht. Bei seiner scheinbaren Umlaufbahn kommt er regelmäßig an allen Planeten vorbei. Ist die Elongation eines Himmelskörpers östlich (links der Sonne, positiver Wert), geht er nach der Sonne im Westen unter. Ist die Elongation eines Himmelskörpers westlich (rechts der Sonne, negativer Wert), geht er vor der Sonne im Osten auf.

Bei einer Elongation der Venus von Null befindet sich diese entweder bei der unteren Konjunktion in Erdnähe oder bei der oberen Konjunktion in Erdferne. Die Venus hat eine siderische Umlaufzeit von knapp 225 Tagen (ungefähr siebeneinhalb Monate), und ihre größte Elongation beträgt wegen ihrer Sonnennähe nur 48 Bogengrad. Von der Erde aus gesehen eilt die Venus auf ihrer Umlaufbahn der Erde immer ein wenig voraus, so dass die gleiche ekliptikale Länge respektive Elongation erst nach etwas mehr als einem Erdenjahr

(gut 365 Tage) erreicht wird, nämlich nach knapp 584 Tagen (1,6 Erdenjahre). Ungefähr die Hälfte dieser Periode hat die Venus eine östliche und die andere Hälfte eine westliche Elongation. In Sonnennähe, also bei kleinen Elongationen, kann sie mit bloßem Auge nicht beobachtet werden. Bei einer Konjunktion der Venus mit dem Mond hat dieser immer nur eine geringe von der Sonne beleuchtete Fläche, so dass dieses Ereignis nur um den Neumond herum beim Alt- beziehungsweise beim Neulicht des Mondes gesehen werden kann, also in der zeitlichen und örtlichen Nähe des Morgenletzes oder des Abenderstes des Mondes.

In der folgenden Galerie sind acht Bilder der Konjunktion zwischen dem Planeten Venus und dem Mond am 9. Oktober, also gut zwei Wochen nach der Herbst-Tag-und-Nacht-Gleiche, im Sternbild Skorpion (Scorpio) bei fast wolkenlosem Himmel zu sehen. Die Bilder sind abends innerhalb einer guten Stunde zwischen 18:10 Uhr und 19:21 Uhr in südwestlicher Richtung entstanden. Die Ekliptik lag zu diesem Zeitpunkt vom Beobachtungspunkt in Berlin aus sehr flach, also nur wenig gegenüber dem Horizont geneigt, und daher stehen die rund 14 Prozent beleuchtete Sichel vom Mond und der Terminator der zu knapp 60 Prozent beleuchteten Venus fast senkrecht auf dem Horizont. Der Mond war nidsigend und befand sich im Beobachtungszeitraum knapp ein Bogengrad südlich (also unterhalb) der Ekliptiklinie bei Höhen von 10 bis 3 Bogengrad über dem Horizont. Die Venus befand sich bei einer südlichen ekliptikalen Breite von knapp drei Bogengrad ein wenig unterhalb des Mondes und somit bei Höhen von 8,5 bis 2 Bogengrad über dem Horizont. Mit einer östlichen Elongation von knapp 46 Bogengrad hatte die Venus den maximal möglichen Wert noch nicht ganz erreicht und wies einen abnehmenden Phasenwinkel von fast 80 Bogengrad auf. Der fünfhellste Stern des Sternbilds Skorpion, Dschubba (δ Scorpionis), mit einer effektiven scheinbaren Helligkeit von zirka dritter Größenklasse (3^m) befand sich knapp ein Bogengrad oberhalb der Venus. Die effektive scheinbare Helligkeit der Venus nahm während der Beobachtung durch die zunehmende Extinktion und Streuung ihres Lichts auf die reduzierten Werte von $-3,5^m$ auf $-2,5^m$ ab. Die effektive scheinbare Helligkeit der Mondsichel betrug ungefähr -7^m . Der Sonnenuntergang fand gegen 18:23 Uhr statt.

- Chronik des Untergangs einer frühherbstlichen Konjunktion von Venus und Mond



Abb. 120 18:10 MESZ: Vier Kraniche auf dem Flug nach Süden. Durch das starke Streulicht der Atmosphäre sind auf der blassen Mondoberfläche keine Strukturen erkennbar.

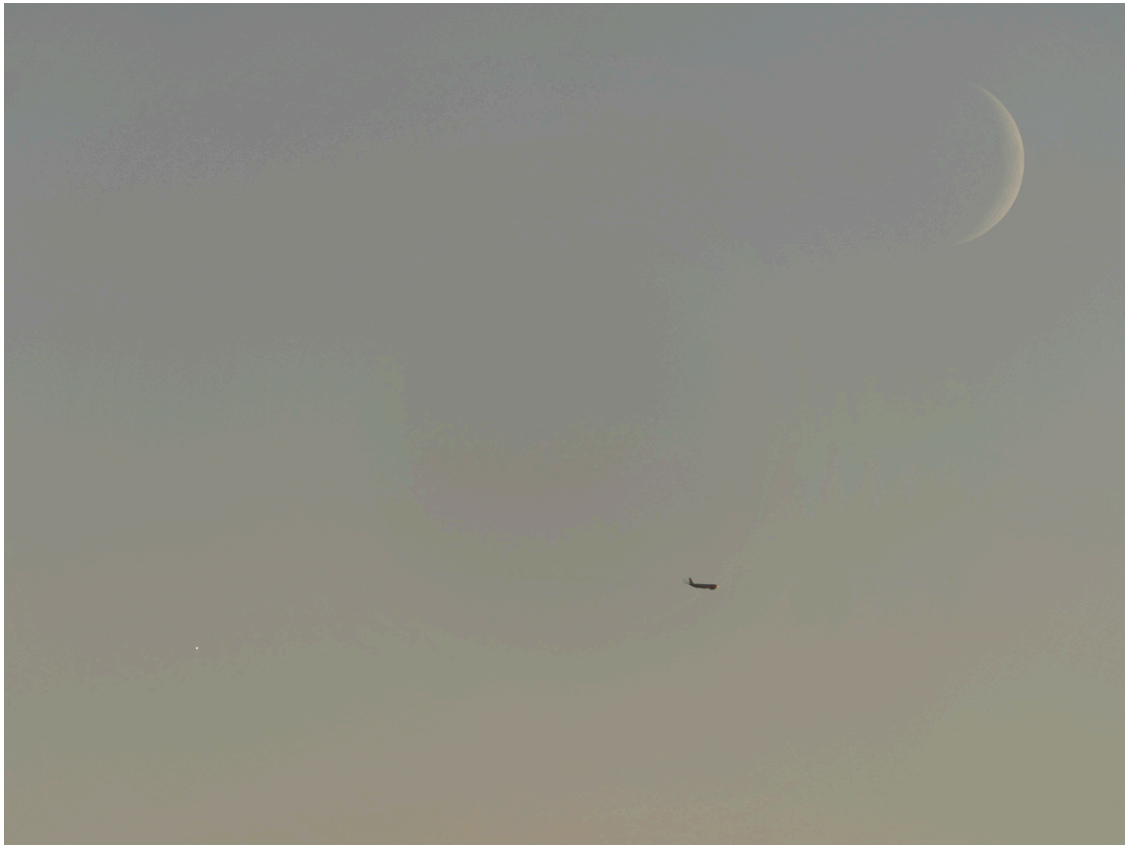


Abb. 121 18:20 MESZ: Erstes Flugzeug. Die Abendsonne wird drei Minuten vor Sonnenuntergang vom Bug des Flugzeugs noch reflektiert. Auf der Mondoberfläche sind erste Strukturen erkennbar.



Abb. 122 18:33 MESZ: Zweites Flugzeug. Die Sonne ist bereits seit zehn Minuten untergegangen, das Flugzeug wird vom Sonnenlicht jedoch noch erreicht.



Abb. 123 18:37 MESZ: Drittes Flugzeug. Dieses Flugzeug befindet sich auch eine Viertelstunde nach Sonnenuntergang noch im Sonnenlicht. Am linken Bildrand ist der Stern Dschubba erstmals zu sehen.



Abb. 124 18:41 MESZ: Viertes Flugzeug. Die Konturen der Mondkrater treten deutlicher hervor.



Abb. 125 18:46 MESZ: Fünftes Flugzeug. Der Kondensstreifen wird im Gegensatz vom Flugzeug vom roten Licht der untergehenden Sonne gerade noch erreicht. Der Stern Dschubba ist am hinteren Ende des Kondensstreifens inzwischen gut zu erkennen.



Abb. 126 18:58 MESZ: Sechstes Flugzeug. Der Kondensstreifen befindet sich kurz vor Beginn der nautischen Dämmerung vollständig im Erdschatten. Die Venus befindet sich nur noch gut vier Bogengrad über dem Horizont, und der Stern Dschubba ist im Dunst gerade noch erkennbar.



Abb. 127 19:21 MESZ: Mondsichel mit durch die Brechung des Lichts auf dem Weg durch die Atmosphäre bedingter grünlicher Oberkante und rötlicher Unterkante. Die Venus war bei einer Höhe von unter zwei Bogengrad über dem Horizont wegen des Dunstes in der Atmosphäre nicht mehr beobachtbar.

6.1.2 Mondhäuser

Der Mond kann entlang der Ekliptik nicht nur in Konjunktion mit allen anderen sechs Wandelgestirnen stehen, sondern auch mit zahlreichen ekliptiknahen Sternen. Alle Objekte zwischen den ekliptikalen Breiten $-5,5$ Bogengrad (südlich) und $+5,5$ Bogengrad (nördlich) können je nach ekliptikaler Breite des Mondes von ihm bedeckt werden, während er innerhalb einer guten Stunde eine bestimmte ekliptikale Länge durchläuft.

Durch die Wanderung des Frühlingspunktes in Richtung niedrigerer ekliptikaler Längen (nach Westen, respektive auf der Nordhalbkugel nach rechts) sind die heutigen ekliptikalen

Längen zur astronomischen Epoche J2000.0 um knapp 28 Bogengrad größer als zur Zeit um Christi Geburt zur Epoche J0000.0. Der Frühlingspunkt bei der damaligen ekliptikalen Länge null im Sternbild Fische auf Höhe des Sternes Alpherq liegt heute daher deutlich weiter westlich im Sternbild Fische auf Höhe des Sterns Shemali.

Die Ekliptik kann in kleine, gleichgroße aneinandergereihte **Mondhäuser** oder **Mondstationen** aufgeteilt werden, in denen der Mond innerhalb eines siderischen Monats (ungefähr 27,3 Tage) sich immer rund 24 Stunden lang befindet, bevor er in Richtung Osten in das nächste Mondhaus wechselt. Alle Mondhäuser haben entlang der 360 Bogengrad langen Ekliptik demnach eine Länge von jeweils gut 13 Bogengrad. Sie sind somit schmaler als die zwölf Lebewesenkreiszeichen, in denen die Sonne innerhalb eines siderischen Jahres jeweils einen Monat lang steht und die entlang der Ekliptik eine Länge von 30 Bogengrad haben.

Jedem Mondhaus kann ein Stern oder eine kleine Sterngruppe zugeordnet werden, mit denen der Mond im Fixsternhimmel beim Aufenthalt im jeweiligen Mondhaus in Konjunktion steht. **Aristoteles** (* 384 vor Christus; † 322 vor Christus) hat in seiner Schrift "Über den Himmel" (altgriechisch: "Περὶ οὐρανοῦ" / "Peri uranu") festgehalten, dass die Babylonier und die Ägypter bestimmte Konjunktionen über lange Zeit beobachtet und dokumentiert haben. In den frühen Abendstunden des 5. Aprils 357 vor Christus beobachtete er die Bedeckung des Planeten Mars durch den zunehmenden Halbmond im Sternbild Löwe (Leo) in der Nähe vom Sterns Regulus (α Leonis), wo sich vom damals noch im Sternbild Widder befindlichen Frühlingspunkt aus gezählt das zehnte Mondhaus befindet.^[3] Dieses Mondhaus hat in der indischen Systematik des **Nakshatra**⁴ zum Beispiel die Bezeichnung "Magha" und in der arabischen Systematik des **Manazil al-Qamar**⁵ die Bezeichnung "Algieba" bekommen.

Die Zahl Drei steht arithmetisch in unmittelbarem Zusammenhang zur Siebenundzwanzig, da die folgende Beziehung gilt:

$$3 \cdot 3 \cdot 3 = 3^3 = 27$$

Das unten abgebildete gleichseitige Dreieck, dessen Fläche mit regelmäßig angeordneten Punkten markiert ist, zeigt zahlreiche Beziehungen zu ganzen Zahlen, die im Zusammenhang mit dem Mond eine Rolle spielen:

- Die **vier** Mondviertel zwischen Neumond, zunehmendem Halbmond, Vollmond, abnehmendem Vollmond und erneutem Neumond.
- Die **sieben** Tage eines Mondviertels.
- Die **zwölf** synodischen Monate eines Mondjahres.
- Die **siebenundzwanzig** vollständigen Tage eines siderischen Monats.
- Dreiecke mit 27 Punkten

⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/Nakshatra>

⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/Manazil_al-Qamar

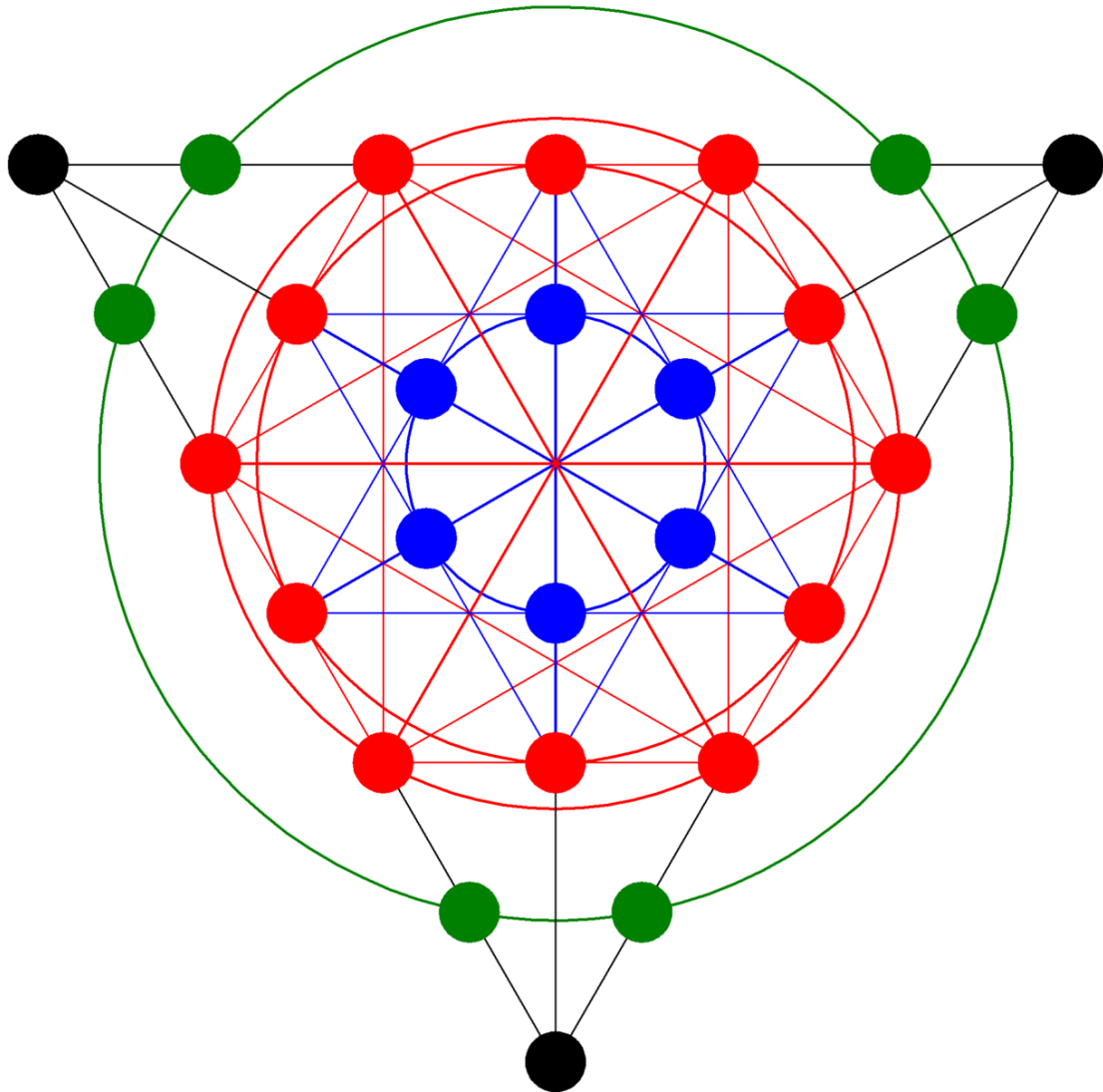


Abb. 128 Ein durch drei gefüllte schwarze Kreise gekennzeichnetes **gleichseitiges Dreieck** mit Seiten einer Länge von sechs Einheiten, die jeweils durch **sieben** äquidistante gefüllte Kreise markiert sind. Auf dem Umfang des Dreiecks befinden sich also insgesamt achtzehn Punkte. Im Innern befinden sich neun weitere gekennzeichnete Punkte, sechs blaue auf dem blauen Kreis und drei weitere rote, die auf dem auf dem inneren roten Kreis liegen. Insgesamt hat die Darstellung **siebenundzwanzig** Punkte. Auf allen **vier** konzentrischen Kreisen, deren Mittelpunkte mit dem des Dreiecks identisch sind, befinden sich jeweils sechs Punkte. Die beiden roten Kreise beschreiben die innen beziehungsweise außen an das regelmäßige Sechseck anliegenden Kreise, dessen Umfang an den Berührungspunkten dieser beiden Kreise durch **zwölf** äquidistante rote Punkte gekennzeichnet ist. Vom Zentrum aus gesehen haben die benachbarten blauen Punkte einen Winkelabstand von 60 Bogengrad und die benachbarten roten Punkte einen Winkelabstand von 30 Bogengrad.

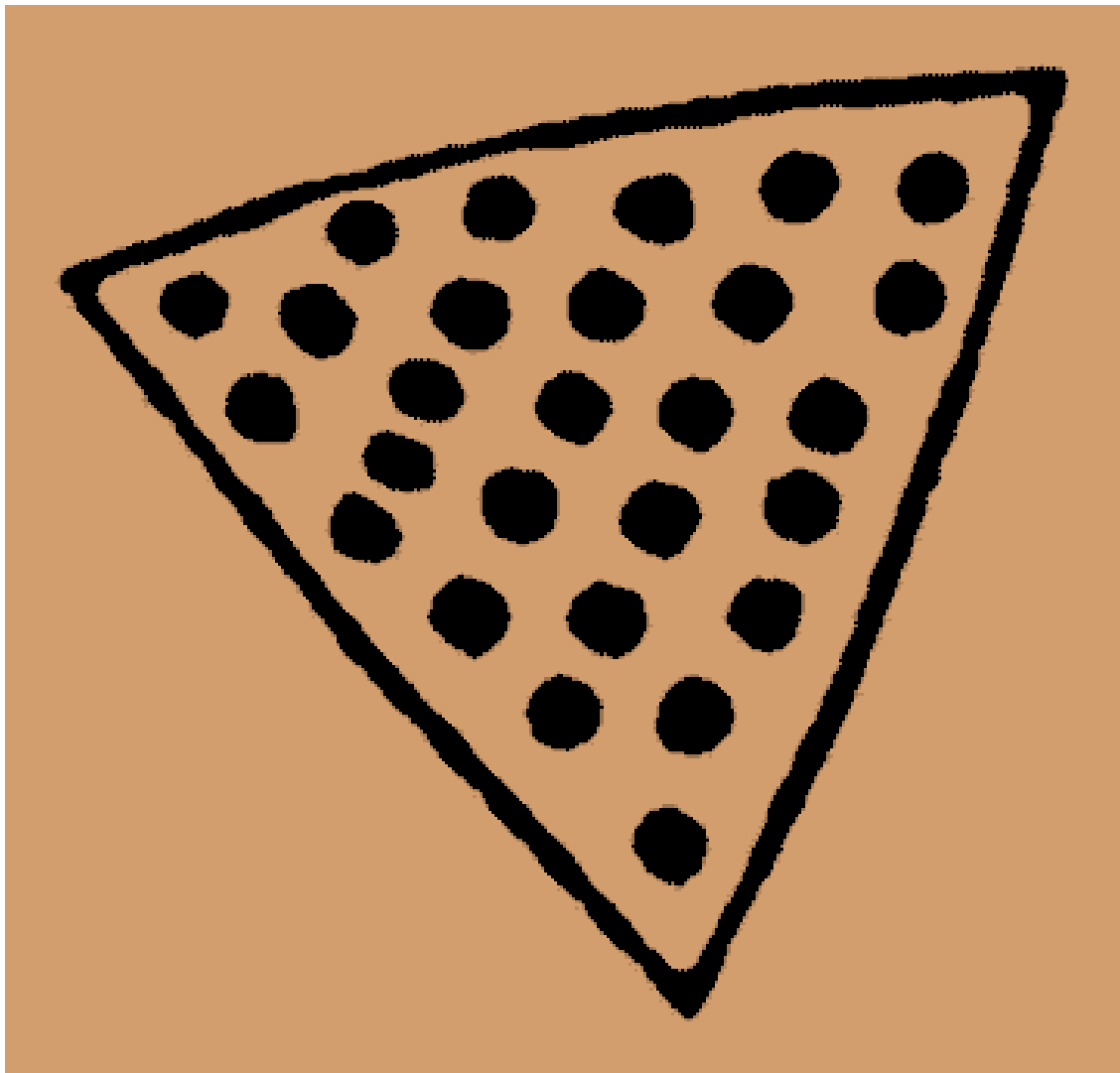


Abb. 129 Ein gleichseitiges, auf einer Spitze stehendes dreieckiges Symbol aus dem Segment B-VI des bronzezeitlichen Diskos von Phaistos aus Kreta mit der Linear-A-Silbenschrift mit **siebenundzwanzig** innenliegenden Punkten, das mit dem 27-tägigen siderischen Mondzyklus in Verbindung stehen könnte und auch als „Sieb“ bezeichnet wird.

- 27 Punkte beim Kalender in der Magura-Höhle



Abb. 130 Elemente des Sonnenkalenders bei den Höhlenmalereien in der Magura-Höhle.

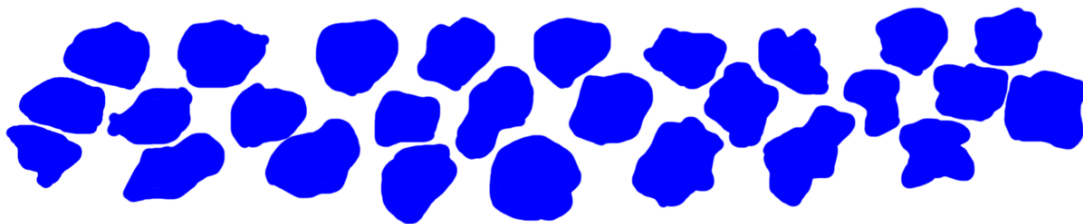


Abb. 131 Dreifache Punktreihe mit insgesamt **siebenundzwanzig** Punkten unter dem Sonnensymbol bei den Elementen des Sonnenkalenders der Höhlenmalereien in der Magura-Höhle.

→ Siehe auch Wikibook **Die Höhlenmalerei in der Magura-Höhle**, Kapitel **Sonnenkalender**⁶.

→ Siehe auch Wikibook **Die Himmelstafel von Tal-Qadi**, Kapitel **Mondzyklen**⁷.

Nakshatra

In der indischen Astronomie wurden spätestens 1000 vor Christi Geburt die Aufenthaltsorte des Mondes entlang der Ekliptik in 27 Mondhäuser eingeteilt. Bei den Indern wurde diese Einteilung in 27 Mondhäuser **Nakshatra** genannt, und sie haben sich dabei offenbar an der siderischen Monatslänge von 655,73 Stunden orientiert, die nur zirka einen Drittel Tag

⁶ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_H%C3%B6hlenmalerei_in_der_Magura-H%C3%B6hle#Sonnenkalender

⁷ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Mondzyklen

länger ist als 27 Tage. Der Mond hält sich im Mittel also rund 24,3 Stunden in einem Mondhaus auf.

Daraus resultiert für jedes der 27 Mondhäuser der folgende ekliptikale Längenabschnitt $\Delta_{\lambda,27}$:

$$\Delta_{\lambda,27} = \frac{360^\circ}{27} = \frac{120^\circ}{9} = \frac{40^\circ}{3} \approx 13,333^\circ$$

Und jedes der zwölf, entlang der Ekliptik 30 Bogengrad langen Lebewesenkreiszeichen des Zodiaks enthält also genau neun Viertel Mondhäuser:

$$\frac{27 \text{ Mondhäuser}}{12 \text{ Monat}} = \frac{9 \text{ Mondhäuser}}{4 \text{ Monat}} = 2,25 \frac{\text{Mondhäuser}}{\text{Monat}}$$

Der Frühlingspunkt bleibt für knapp 956 Jahre in einem der 27 Mondhäuser, bevor er in Richtung Westen in das nächste benachbarte Mondhaus wandert.

Auch im Tibet wurden ab dem 8. Jahrhundert 27 Mondhäuser verwendet, die im 11. Jahrhundert im *Kālacakratāntra* verschriftlicht worden sind.

Manazil al-Qamar

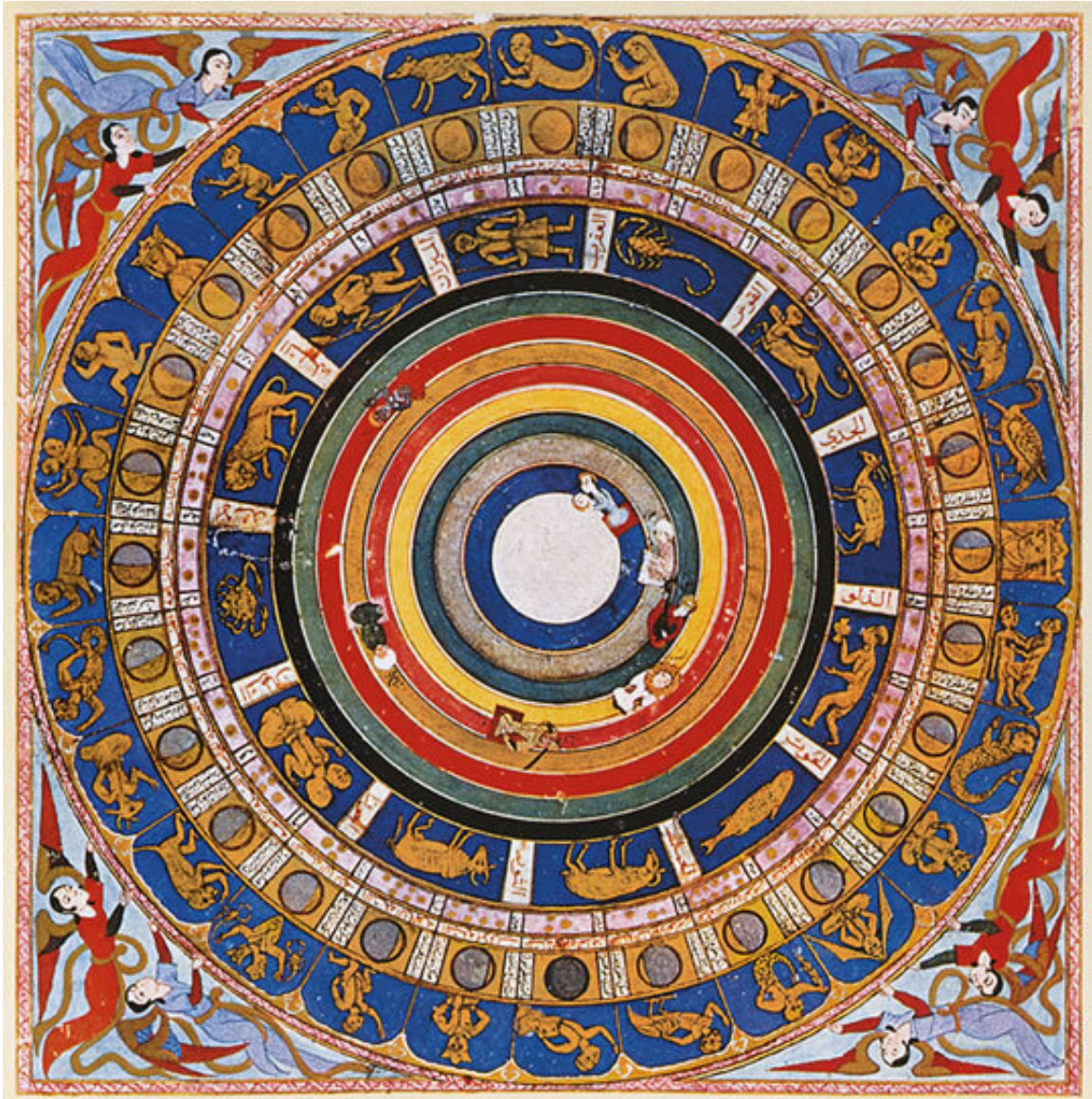


Abb. 132 Quadratische Himmelskarte mit den sieben Wandelgestirnen (innen), den zwölf Lebewesenkreiszeichen (Mitte) und den 28 Mondhäusern samt den jeweiligen Mondphasen nach einem Neumond zu Frühlingsbeginn (außen) im Manuskript *Zubdat-al Tawarikh* von 1583 (Museum der Türkischen und Islamischen Künste in Istanbul). Der Frühlingspunkt befindet sich unten in der Mitte.



Abb. 133 Die in Niederösterreich gefundene und aus Sandstein gefertigte Gussform für die **Stachelscheibe von Platt** aus der Bronzezeit (um 1500 vor Christus). Auf der Stachelscheibe sind die 28 Mondorte der Tage eines Monats durch eine kreisförmige Lochreihe dargestellt.

Bei den Arabern wurde die Einteilung in 28 Mondhäuser etwas später **Manazil al-Qamar** genannt, wobei die siderische Monatslänge hierfür um zwei Drittel Tage aufgerundet wurde. Der Mond hält sich im Mittel also nicht genau 24 Stunden, sondern nur rund 23,4 Stunden am Stück in einem Mondhaus auf.

Der Vorteil dieser Einteilung ist jedoch, dass 28 ohne Rest sowohl durch vier, als auch durch sieben teilbar ist. Hierdurch ergibt sich, dass das siebentnächste Mondhaus auf dem Kreis der Ekliptik immer genau im rechten Winkel und auf der nördlichen Halbkugel der Erde somit linksläufig im benachbarten Quadranten steht. Jedem Quadranten werden genau sieben Tage zugeordnet, was exakt den sieben Tagen einer Woche respektive eines Mondviertels entspricht. Im Sonnenjahr entspricht jeder dieser Quadranten einer Jahreszeit mit drei Mo-

naten. Demzufolge sind sieben Mondhäuser auf der Ekliptik genauso lang wie drei Monate, beziehungsweise alle 28 Mondhäuser sind auf der Ekliptik genauso lang wie zwölf Monate. Daraus resultiert für jedes Mondhaus der folgende ekliptikale Längenabschnitt $\Delta_{\lambda,28}$:

$$\Delta_{\lambda,28} = \frac{360^\circ}{28} = \frac{90^\circ}{7} \approx 12,857^\circ$$

Und jedes der zwölf, entlang der Ekliptik 30 Bogengrad langen Lebewesenkreiszeichen des Zodiaks enthält also genau sieben Drittel Mondhäuser:

$$\frac{28 \text{ Mondhäuser}}{12 \text{ Monate}} = \frac{7 \text{ Mondhäuser}}{3 \text{ Monat}} \approx 2,333 \frac{\text{Mondhäuser}}{\text{Monat}}$$

Die Sonne wandert innerhalb eines siderischen Jahres definitionsgemäß exakt einmal vollständig entlang der Ekliptik durch den Lebewesenkreis und bleibt währenddessen daher gut 13 Tage und eine Stunde in jedem Mondhaus:

$$\frac{365,25636 \text{ Tage}}{28 \text{ Mondhäuser}} \approx 13,045 \frac{\text{Tage}}{\text{Mondhaus}}$$

Die Zyklusdauer für die vollständige Wanderung des Frühlingspunktes durch die Ekliptik beträgt zirka 25800 Jahre. Der Frühlingspunkt bleibt also für gut 921 Jahre in einem Mondhaus, bevor er in Richtung Westen in das nächste benachbarte Mondhaus wandert:

$$\frac{25800 \text{ Jahre}}{28 \text{ Mondhäuser}} \approx 921,4 \frac{\text{Jahre}}{\text{Mondhaus}}$$

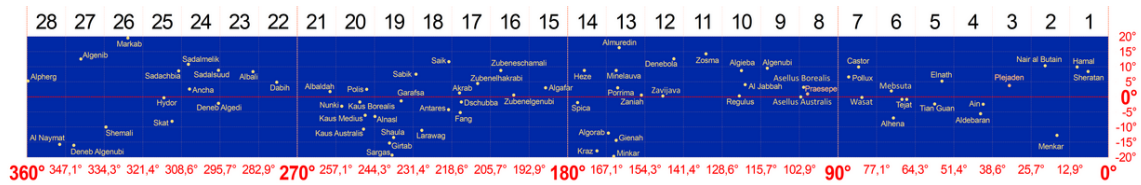


Abb. 134 Die in die Ebene projizierten 28 Mondhäuser (von rechts nach links) mit den wichtigsten Sternen entlang der Ekliptik (rote gestrichelte Linie, ekliptikale Länge von 0 Bogengrad bis 360 Bogengrad zur Epoche J0000.0 in horizontaler Richtung, senkrecht dazu die ekliptikale Breite). Die beiden seitlichen Ränder der Abbildung gehen im Kreisbogen der Ekliptik nahtlos ineinander über.

Animierte Variante der Abbildung: Mediendatei abspielen

Chinesische Mondhäuser

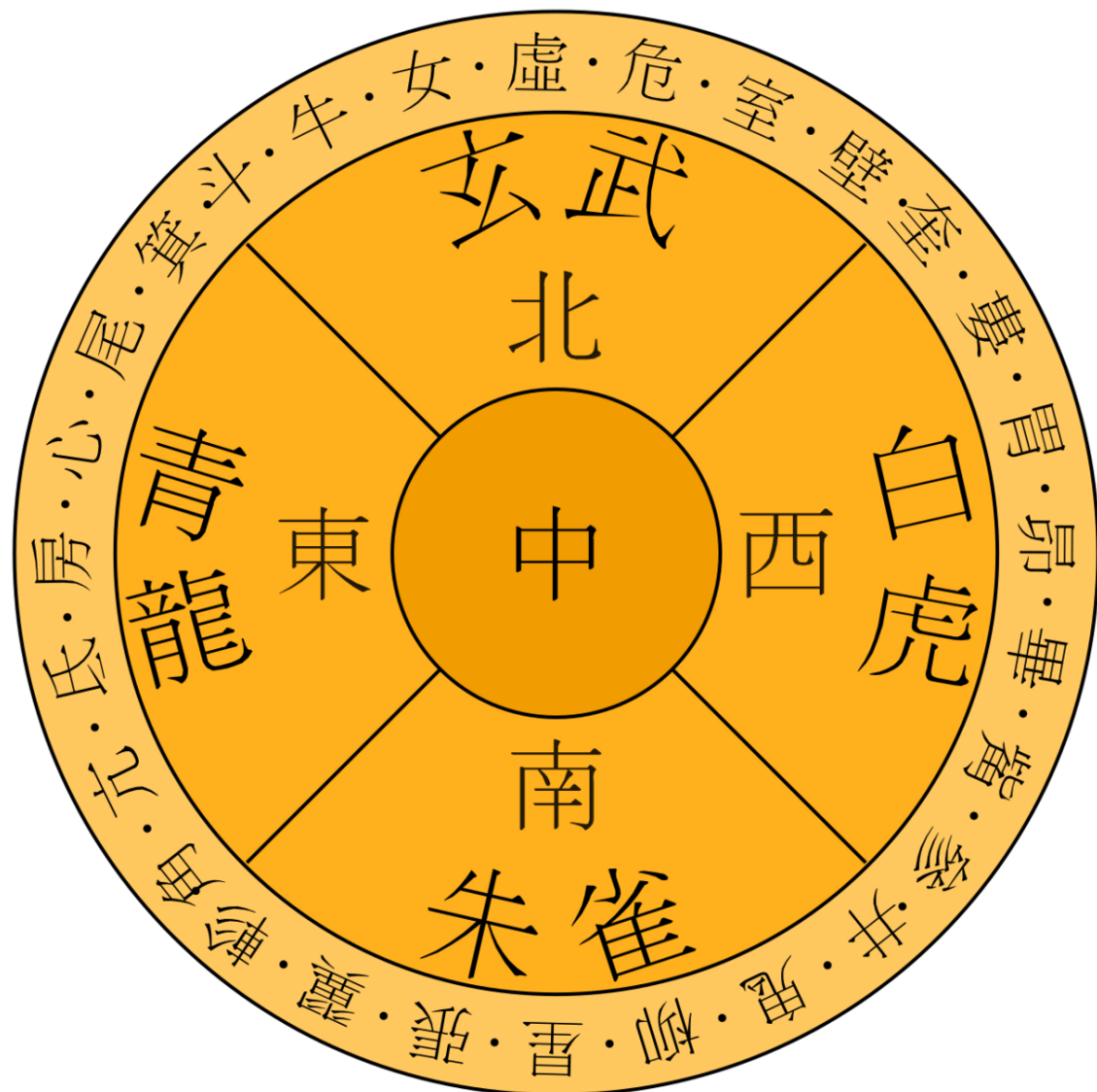


Abb. 135 Kreisförmige Darstellung der nördlichen Hemisphäre mit den 28 chinesischen Mondhäusern. Links der Frühling (Osten), oben der Winter (Norden), rechts der Herbst (Westen, in der Mitte der Asterismus Mǎo (昴 = haariger Kopf des Sternbilds "Weißer Tiger") und unten der Sommer (Süden).

Auch in der chinesischen Astronomie werden 28 Mondhäuser verwendet. Auch diese sind in vier Quadranten mit je sieben Mondhäusern aufgeteilt, die für die vier Himmelsrichtungen beziehungsweise die vier Jahreszeiten stehen.

Diese vier Richtungen werden durch die chinesischen Sternbilder repräsentiert:

- "Blauer Drache des Ostens" - Frühling
- "Roter Vogel des Südens" - Sommer
- "Weißer Tiger des Westens" - Herbst

- "Schwarzer Krieger des Nordens" - Winter

Die Plejaden (chinesisch Mǎo) liegen in der Mitte des Herbststernbilds "Weißer Tiger des Westens" und markieren den Herbstpunkt auf der Ekliptik.

Ägyptische Königselle

Im Zusammenhang mit den Teilern vier und sieben der Zahl 28 sei erwähnt, dass eine altägyptische (große) Königselle ("Meh" oder "meh-nesut") sieben Handbreit ("Schesep") lang war und ein Handbreit wiederum vier Fingerbreit ("Djeba"). Multipliziert ergibt sich, dass die Königselle 28 Fingerbreit lang war.

Genesis

Eine weitere Koinzidenz der Zahlen 7 und 28 taucht im ersten Vers der Schöpfungsgeschichte (Genesis, Bereschit, erstes Buch Mose) auf.

Der Vers lautet auf hebräisch (von rechts nach links):

הָאֵרֶץ וְהַשָּׁמַיִם אֲחַתְּהָאֵלֹהִים בָּרָא אֱלֹהִים

Im hebräischen Original hat der Vers **7** Wörter mit insgesamt **28** Buchstaben.

Mit lateinischen Buchstaben geschrieben lautet dies ungefähr folgendermaßen:

bereschit bara elohim et haschamaijim weet haarez

Die lateinische Vulgata enthält hier die folgenden sieben Wörter:

In principio creavit Deus caelum et terram.

In der Einheitsübersetzung ins Deutsche besteht der erste Satz der Bibel ebenfalls aus sieben Wörtern:

Im Anfang erschuf Gott Himmel und Erde.

→ Siehe auch Exkurs **Zur Sieben**⁸

⁸ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Zur_Sieben

6.1.3 Der Stern von Bethlehem



Abb. 136 Zunehmende Mondsichel beim Neulicht zum Abenderst.

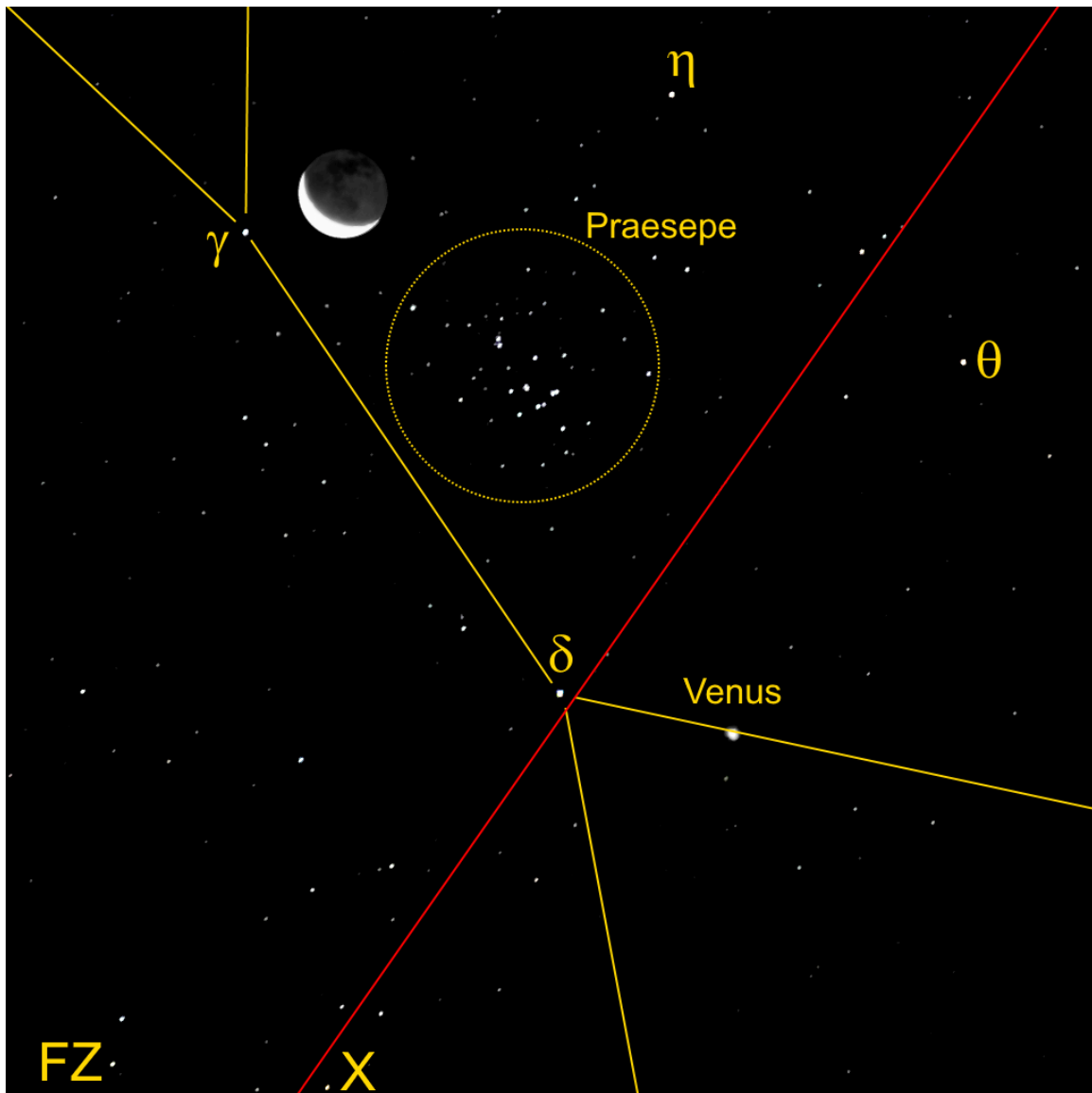


Abb. 137 Der Sternhaufen Praesepe (Krippe, Messier 44) hat einen deutlich größeren scheinbaren Durchmesser als der Mond. Die Ekliptik verläuft entlang der roten Linie; der abnehmende Mond (oben links) befindet sich nördlich und der Planet Venus (halb rechts unten) südlich der Ekliptik. Mond und Venus stehen im Sternbild Krebs (Cancer) in Konjunktion.

In der Antike wurden durch eingeweihte Gelehrte die Konjunktionen von Planeten vorausgerechnet und schriftlich festgehalten, wie beispielsweise durch zahlreiche Keilschrifttexte aus den Städten Sippar, Ur oder Babylon belegt ist. 1925 entdeckte und entzifferte der Altorientalist Paul Schnabel darin Aufzeichnungen zu den Planeten von Jupiter und Saturn aus den Jahren 7 und 6 vor Christi Geburt.^[4]

Der Astronom Johannes Kepler (1571–1630) besuchte in Graz eine öffentliche Veranstaltung des Gelehrten Joseph Justus Scaliger (1540–1609), die sich mit dem Geburtsjahr Jesu beschäftigte.^[5] Kepler hat wenig später dann die Hypothese aufgestellt, dass der im zweiten

Kapitel des Matthäusevangeliums "Die Huldigung der Sterndeuter" genannte Stern, der die Weisen aus dem Morgenland nach Bethlehem zur Geburtskrippe von Jesus geführt haben soll, mit der größten Konjunktion im Jahr 7 vor Christi Geburt im Zusammenhang stehen könnte.

In den letzten 3000 Jahren fand eine größte Konjunktion im Sternbild Fische nur zwei Mal statt: im Jahre 861 vor Christi Geburt (übrigens mit zweimaligen Bedeckung des Saturns durch den abnehmenden Mond am 17. April und am 15. Mai, und mit mehrmaligen Bedeckungen des Jupiters durch den abnehmenden Mond am 11. Juni sowie am 8. Juli, den Vollmond am 28. September und den zunehmenden Mond am 22. November sowie am 19. Dezember des Jahres) und im Jahr 7 vor Christi Geburt. In der Tat sind einige weitere astronomische Ereignisse des letztgenannten Jahres sehr bemerkenswert. Die folgende Tabelle enthält einige besondere Konstellationen der sieben Wandergestirne zwischen März 7 und Januar 6 vor Christi Geburt:

Besondere Konstellationen		
Datum	Ereignis	Interpretation
23. März	Sonne im Frühlingspunkt	Frühlingsbeginn , früher gleichzeitig der Beginn eines neuen Jahres.
25. März	Mars ist während der gesamten Nacht sichtbar und verschmilzt mit dem bekannten Doppelstern Porrima (γ Virginis) im Sternbild Jungfrau (Virgo)	Porrima ist die italienische Göttin der Weissagung und für den Schutz der Ungeborenen. ^[6] Maria, die Mutter von Jesus, hat das Attribut <i>Jungfrau</i> . Am 25. März wird heute das Hochfest der Verkündigung des Herrn gefeiert.
29. Mai	Erste große Konjunktion zwischen Jupiter und Saturn bei Neumond geht nach Mitternacht im Osten im Sternbild Fische (Pisces) auf	
30./31. Mai	Neulicht des Mondes nahe Venus bei dem offenen Sternhaufen Praesepe (Krippe, Messier 44) im Sternbild Krebs (Cancer) und nahe Merkur bei maximaler östlicher Elongation	Beim Monduntergang am Abend ist dieser im Neulicht mit beiden inneren Planeten bei der Krippe in Konjunktion.
20. Juni	Mond geht kurz nach Jupiter und Saturn um Mitternacht im Osten im Sternbild Fische (Pisces) zwei Tage vor der Sommersonnenwende auf	

Besondere Konstellationen		
1. Oktober	Zweite große Konjunktion zwischen Jupiter und Saturn im Sternbild Fische (Pisces) geht morgens im Westen unter	
5. Dezember	Dritte große Konjunktion zwischen Jupiter und Saturn im Sternbild Fische (Pisces) kurz vor Vollmond geht um Mitternacht im Westen unter	
8. Dezember	Vollmond bei dem offenen Sternhaufen Praesepe (Krippe) im Sternbild Krebs (Cancer)	Heute der Tag des Hochfests der ohne Erbsünde empfangenen Jungfrau und Gottesmutter Maria
16. Dezember	Jupiter und Saturn gehen eine Woche vor der Wintersonnenwende um Mitternacht gemeinsam im Osten im Sternbild Fische (Pisces) auf	
22. Dezember	Neulicht des Mondes	Neulicht als Zeichen der Geburt.
23. Dezember	Wintersonnenwende	In der Nacht vom 24. zum 25. Dezember wird heute die Geburt des Herrn (Heiligabend und Weihnachten) gefeiert.
5. Januar	Vollmond bei dem offenen Sternhaufen Praesepe (Krippe) im Sternbild Krebs (Cancer)	Am 6. Januar wird heute die Erscheinung des Herrn (griechisch Epiphania) gefeiert.

Im Zusammenhang mit der letzten Tabellenzeile sei noch darauf hingewiesen, dass die Krippe im 8. Mondhaus *Annathra* des antiken astronomischen Ekliptiksystems *Manazil al-Qamar* liegt, das insgesamt 28 Sterngruppen ausweist. Der Ort an dem Jesus geboren wurde heißt "Bethlehem" (zu deutsch *Haus des Brotes* oder *Haus des Fleisches*).

Weitere Koinzidenzen mit der Überlieferung ergeben sich aus den folgenden Sachverhalten:

- Die drei Wandelgestirne (respektive drei Könige - Sonne (Helios) und die beiden inneren Planeten Merkur und Venus (man beachte die maskuline Grundform)) wandern täglich von Osten nach Westen.
- Jupiter und Saturn waren vom Ekliptiksternbild Fische (Pisces) auf dem Weg in das Ekliptiksternbild Widder. Dieses Sternbild heißt auf arabisch *al-hamal* (*Lamm*) und entspricht im jüdischen Kalender dem Monat Nisan, der mit Juda gleichgesetzt wird, einem der zwölf Stämme des alten Israel. Der Frühlingsbeginn und das jüdische Pessachfest liegen im Nisan. Das Lamm ist im Christentum als "Agnus Dei" ("Lamm Gottes") seit jeher ein Symbol für Jesus Christus.
- Abschließend zogen die Sterndeuter auf einem anderen Weg weiter, also ohne umzukehren und Herodes dabei noch einmal zu beugen.

6.2 Einzelnachweise

1. Aristoteles: *Meteorology*⁹, Teil 6, Buch I, um 350 vor Christus, ins Englische übersetzt von Erwin Wentworth Webster (* 1880; † 1917)
2. Kocku von Stuckrad: *Das Ringen um die Astrologie: Jüdische und christliche Beiträge zum antiken Zeitverständnis*, Kapitel VIII *Die Astrologie im christlichen Kanon*, Walter de Gruyter, 2011, ISBN 9783110818666¹⁰
3. Aristoteles: *On the Heavens*¹¹, Teil 12, Buch II, um 350 vor Christus, ins Englische übersetzt von John Leofric Stocks (* 1882; † 1937)
4. Daniel Leon: *Der ›Stern von Bethlehem‹ oder das astronomische Jahrtausend-Ereignis des Jahres 7/6 BC*¹², *Himmelskrieger*, 24. Dezember 2016
5. Herold Mönch: *Der Stern von Bethlehem - Astronomische Deutungsversuche*¹³, in: *Wege in der Physikdidaktik*, Band 3, Verlag Palm & Enke, Erlangen, 1993
6. Siehe auch Richard Hinckley Allen: *Star Names - Their Lore and Meaning*¹⁴, *Virgo, γ, Binary and slightly variable, 3 and 3.2, white*, Dover, 1963

9 <http://classics.mit.edu/Aristotle/meteorology.1.i.html>

10 <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9783110818666>

11 <http://classics.mit.edu/Aristotle/heavens.2.ii.html>

12 <https://www.himmelskrieger.com/2016/12/24/der-stern-von-bethlehem-oder-das-astronomische-jahrtausend-ereignis-des-jahres-7-6-bc%C2%B9/>

13 https://www.wernerschneider.de/cms/upload/wege/band3/WEGE_Band3/091_Herold-Moench.pdf

14 https://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Gazetteer/Topics/astronomy/_Texts/secondary/ALLSTA/home.html

7 Zahlen

In diesem Kapitel befindet sich ein astronomischer Exkurs des Wikibooks über **die Himmelstafel von Tal-Qadi**¹, der die Bedeutung einiger ganzer Zahlen und derer Bezüge im Zusammenhang mit der Astronomie darstellt.

Als kleine literarische Ergänzung finden sich auf einigen Unterseiten noch einige Zwiegespräche zwischen einem mittelalterlichen Meister und seinem Schüler:

→ **Dialoge zwischen dem Meister Anteus und seinem Schüler Tiro**²

¹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi

² https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen/_Anteus

7.1 Zur Zwei



Abb. 138 Kopf aus dem antiken Griechenland mit zwei Gesichtern um 525 vor Christus: eine hellhäutige Frau und ein äthiopischer dunkelhäutiger Mann. Die altgriechische Aufschrift „καλός“ („KALOS“) bedeutet „gut“, „lieb“ oder „schön“.

Räumliche und zeitliche Einheiten können sinnvoll in Paare oder zwei Hälften geteilt werden. In der euklidischen Geometrie können die folgenden zusammenhängenden Paare unterschieden werden:

- rechts und links
- oben und unten
- vorne und hinten

Übertragen auf die Astronomie spielen die folgenden zusammenhängenden Paare eine wichtige Rolle:

- Der Tag mit Licht und die Nacht mit Dunkelheit.
- Länger werdende Tage im Winter und im Frühling sowie kürzer werdende Tage im Sommer und im Herbst.
- Zunehmender Mond nach Neumond, und abnehmender Mond nach Vollmond.
- Der Aufgang eines Himmelsobjekts im Osten und der Untergang eines Himmelsobjekts im Westen.
- Bei der Beobachtung eines Himmelsobjekts gibt es täglich eine obere und eine untere Kulmination auf dem Meridian.

Der **Meridian** teilt die Himmelskugel in eine östliche und eine westliche Hälfte, und der **Himmelsäquator**, der **Horizont** sowie die **Ekliptik** teilen die Himmelskugel in eine nördliche und eine südliche Hälfte. Die beiden Pole des Horizontsystems heißen **Zenit** und **Nadir**, die des Äquatorsystems **Nordpol** und **Südpol**.

Es gibt zwei innere Planeten, den Merkur und die Venus. Zwei der sieben Wandelgestirne, die Sonne und der Mond, sind mit bloßem Auge als Scheiben zu erkennen.

7.1.1 Bedeutung der Zwei in Religionen

Das christliche Kreuz besteht aus zwei Linien, eine vertikale und eine horizontale.

Der Beginn der Schöpfungsgeschichte enthält zahlreiche Dualismen:

Im Anfang erschuf Gott Himmel und Erde.

Gott schied das Licht von der Finsternis.

Gott nannte das Licht Tag, und die Finsternis nannte er Nacht.

Es wurde Abend, und es wurde Morgen.

Gott nannte das Trockene Land, und die Ansammlung des Wassers nannte er Meer.

Gott machte die beiden großen Lichter, das große zur Herrschaft über den Tag, das kleine zur Herrschaft über die Nacht, und die Sterne.

Männlich und weiblich erschuf er sie.



Abb. 139 Beim Neulicht zur Tag-und-Nacht-Gleiche im Herbst steht die Mondsichel beim Abenderst fast aufrecht.

Dass die astronomischen Gegebenheiten für die Festlegungen in Kalendern relevant sind, wird in diesem Kontext durch die folgende Formulierung im 14. Vers deutlich:

Lichter sollen am Himmelsgewölbe sein, um Tag und Nacht zu scheiden. Sie sollen als Zeichen für Festzeiten, für Tage und Jahre dienen.

Durch die Mondphasen sind daher auch heute noch zahlreiche im Sonnenjahr beweglichen Feste festgelegt. **Ostern** ist immer am Sonntag nach dem ersten Vollmond nach der Tag-und-Nachtgleiche im Frühjahr. Der Mond ist dann also im ersten abnehmenden Viertel und hat ein vom Neumond aus gezähltes Mondalter von 15 bis 21 Tagen. **Pfingsten** ist sieben Wochen beziehungsweise 49 Tage nach Ostern und hat daher ein vom Neumond vor Ostern aus gezähltes Mondalter von 64 bis 70 Tagen, also im entsprechenden Monat ein Mondalter von 5 bis 11 Tagen, so dass drei bis neun Tage nach Pfingsten wieder ein Vollmond auftritt. Die österliche Bußzeit beginnt am **Aschermittwoch**, der immer 46 Tage vor dem Ostersonntag liegt. Zu diesem Zeitpunkt hat der Mond dann ein junges Mondalter zwischen Neumond und dem Neulicht im ersten zunehmenden Viertel.

Das jüdische **Pessachfest** beginnt am 15. Nisan. Ebenso beginnen das **Laubhüttenfest** (Sukkot), das **Neujahrsfest der Bäume** (Tu biSchevat) und das **Purimfest** am 15. Tag eines Monats. Im jüdischen Lunisolarkalender (Mond-Sonnen-Kalender) beginnt jeder Monat ungefähr mit einem Neumond, und daher herrscht zu Beginn dieser Feste immer Vollmond.

Der wichtige Fastenmonat **Ramadan** ist der neunte Monat im Mondkalender der Muslime. Nach diesem Kalendersystem beginnt jeder Monat immer mit dem sichtbaren Neulicht des Mondes, also ein bis zwei Tage nach Neumond beim Abenderst.

7.2 Zur Drei

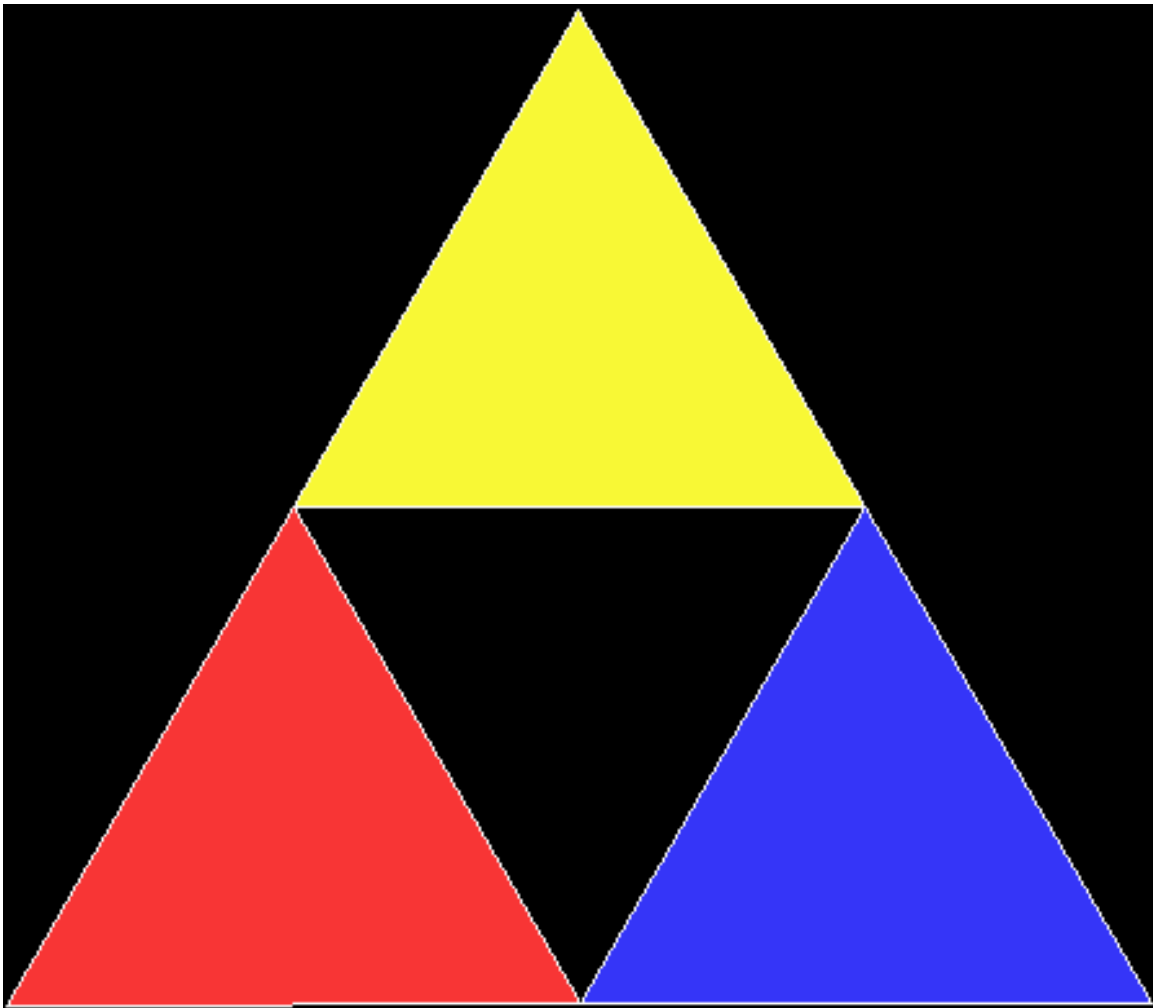


Abb. 140 Die ersten acht Schritte bei der Konstruktion eines gleichseitigen Sierpierski-Dreiecks.

Es gibt drei äußere, mit bloßen Auge leicht zu erkennende Planeten: den Mars, den Jupiter und den Saturn.

Weitere Dreifaltigkeiten sind anthropogenen Ursprungs: zum Beispiel sind zu verschiedenen Jahreszeiten anhand sehr heller Sterne leicht drei Dreiecke am nördlichen Nachthimmel zu erkennen:

- Das Winterdreieck
 - Sirius im Sternbild Großer Hund (Canis Majoris)
 - Prokyron im Sternbild Kleiner Hund (Canis Minoris)
 - Bezeigeuze im Sternbild Orion
- Das Frühlingsdreieck
 - Regulus im Sternbild Löwe (Leo)
 - Spica im Sternbild Jungfrau (Virgo)
 - Arktur im Sternbild Bärenhüter (Bootes)

- Das Sommerdreieck
 - Deneb im Sternbild Schwan (Cygnus)
 - Wega im Sternbild Leier (Lyra)
 - Altair im Sternbild Adler (Aquila)

Ferner gibt es das kleine Sternbild Dreieck (Triangulum) zwischen den Sternbildern Perseus, Andromeda, Fische (Pisces) und Widder (Aries) und dem benachbarten Dreiecksnebel (Messier 33).

Es gibt in der Einteilung der Ekliptik beim altindischen Nakshatra drei mal drei mal drei Mondhäuser, siehe auch → **Exkurs Nakshatra**³.

³ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Konjunktionen#Nakshatra

7.2.1 Bedeutung der Drei in Religionen



Abb. 141 Kirchenfenster mit einer Darstellung der Heiligen Trinität in Form eines Schildes beziehungsweise eines Stierkopfes in der Sankt Swithin Kirche in Bintree, Breckland, Norfolk, East of England.

Hier sind insbesondere für das Christentum die Dreifaltigkeit, die drei Mitglieder der Heiligen Familie, Maria, Josef und Jesus, die Heiligen Drei Könige sowie die Auferstehung am dritten Tag zu nennen. Bei der Dreifaltigkeit ergeben sich bei der Anbetung und Verehrung des einen (und zentralen) Gottes (lateinisch: „Deus“) Ist-Beziehungen (lateinisch: „est“ = „ist“) zu den drei Personen Vater (lateinisch: „Pater“), Sohn (lateinisch: „Filius“) und Heiliger Geist (lateinisch: „Spiritus Sanctus“), die sich voneinander unterscheiden lassen (lateinisch: „non est“ = „ist nicht“).

Auch in anderen Religionen werden Götter häufiger in einer Dreiheit genannt.

7.3 Zur Vier

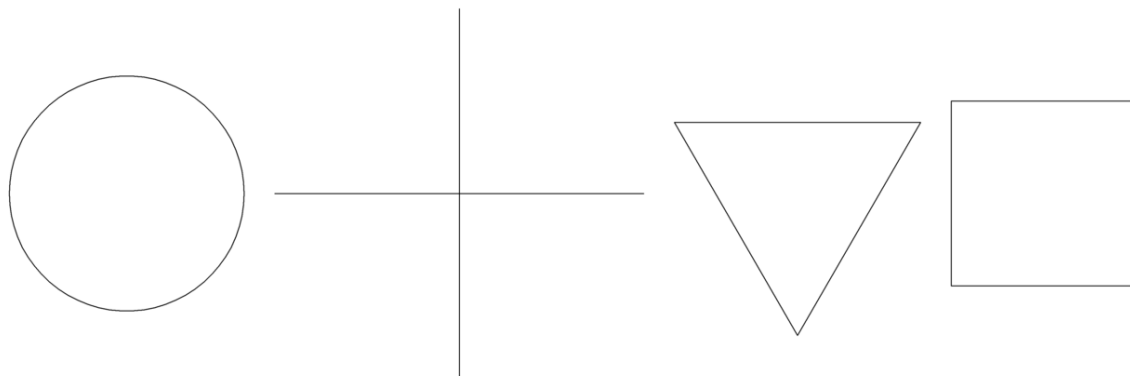


Abb. 142 Vier gleichseitige ebene Objekte mit mindestens drei Symmetrieachsen sowie mit eins, zwei, drei und vier Linien gleicher Gesamtlänge.

Die Vier ist als Quadratzahl von der Zwei die kleinste Zahl, die einen ganzzahligen Teiler hat (\rightarrow Zur Zwei⁴), ohne dass ein Rest verbleibt, und somit auch die kleinste Zahl, die keine Primzahl ist.

In der Abbildung rechts sind die ersten vier zweidimensionalen, gleichseitigen und achssymmetrischen Objekte einer geometrischen Folge zu sehen, die aus eins, zwei, drei beziehungsweise vier Linien gleicher Gesamtlänge bestehen. Die folgende Vergleichstabelle gibt einige geometrische Werte im Vergleich an:

Vier Objekte mit Linien gleicher Gesamtlänge				
Eigenschaft	Kreis	Gleichseitiges Kreuz	Gleichseitiges Dreieck	Quadrat
Anzahl der Linien	1	2	3	4
Gesamtlänge aller Linien	1	1	1	1
Länge einer Linie	$\sqrt{\frac{1}{1}}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\sqrt{\frac{1}{3}}$	$\sqrt{\frac{1}{4}}$
Höhe	$\frac{1}{\pi}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\sqrt{\frac{1}{12}}$	$\sqrt{\frac{1}{4}}$
Breite	$\frac{1}{\pi}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\sqrt{\frac{1}{3}}$	$\sqrt{\frac{1}{4}}$
Diagonale	$\frac{1}{\pi}$	0	$\sqrt{\frac{1}{12}}$	$\sqrt{\frac{1}{8}}$

⁴ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen#Zur_Zwei

Vier Objekte mit Linien gleicher Gesamtlänge				
Fläche	$\frac{1}{4\pi}$	0	$\sqrt{\frac{1}{432}}$	$\sqrt{\frac{1}{16}}$
Anzahl Symmetrieachsen	∞	4	3	4
Punktsymmetrisch	ja	ja	nein	ja
Repräsentativer Winkel	360°	90°	60°	90°



Abb. 143 Windrose mit den vier Hauptrichtungen Nord, Ost, Süd und West.

Die Einteilung von Flächen in vier Quadranten wird häufig zur Beschreibung von Richtungen und zur besseren Orientierung in einer Ebene verwendet, insbesondere mit den vier **Himmelsrichtungen** Norden, Osten, Süden und Westen.

Ein synodischer **Monat** wird in vier **Mondviertel** eingeteilt: Neumond, zunehmender Mond, Vollmond und abnehmender Mond. Hierbei wird die Ekliptikebene einmal vollständig

durchlaufen. Es gibt in der Einteilung der Ekliptik beim arabischen **Manazil al-Qamar** vier mal sieben Mondhäuser. Das bedeutet, dass in jedem der vier Quadranten der Ekliptikebene sieben Mondhäuser liegen, die den sieben Tagen einer Woche entsprechen.

→ Siehe auch **Exkurs Manazil al-Qamar**⁵.

Das Produkt der beiden Summanden Drei und Vier ergibt Zwölf. Dies entspricht den **vier Jahreszeiten** Frühling, Sommer, Herbst und Winter, die jeweils drei Monate lang dauern. Das Produkt dieser beiden Zahlen entspricht also der Anzahl der Monde respektive Monate in einem Jahr sowie der Anzahl der Ekliptiksternbilder, in denen sich die Sonne im Laufe eines Jahres je einen Monat lang in einem Winkelsegment von 30 Bogengrad aufhält.



Abb. 144 Astronomische Aufnahme des Herbstvierecks im Sternbild Pegasus. Links oben die auffällige Andromedagalaxie (Messier 31).

Die fast quadratische Konstellation der vier Sterne Algenib, Scheat, Markab und Sirrah (oder Alpheratz) im Sternbild Perseus wird auch **Herbstviereck** genannt, weil es auf der Nordhalbkugel der Erde am südlichen Nachthimmel im Herbst gut zu sehen ist.

Es fällt auf, dass viele Sterngruppen, die aus sieben Sternen bestehen, geometrisch alle ganz zwanglos in eine Vierer- und eine Dreiergruppe unterteilt werden können. Diese Arithmetik spiegelt sich zum Beispiel auch in der christlichen Theologie wider, wo die göttliche Zahl Sieben aus der himmlischen Dreifaltigkeit Gottes und den irdischen **vier Elementen**

⁵ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Konjunktionen#Manazil_al-Qamar

(respektive den vier Evangelisten, den vier Himmelsrichtungen oder den vier Jahreszeiten) zusammengezählt wird.

Die Vier in der Astronomie									
Interpretation	Jahreszeit	Hauptpunkt der Sonnenbahn	Monate	Hauptsternbild	Tageszeit	Sonnenrichtung	Mondalter	Mondrichtung zur Sonne	Elongation des Mondes
Anfang	Frühling	Frühlings-äquinoktium	März (1) April (2) Mai (3)	Löwe (Leo)	Morgen	Osten	Neumond	Konjunktion	0°
Kraft	Sommer	Sommer-sonnenwende	Juni (4) Juli (5) August (6)	Adler (Aquila)	Mittag	Süden	Zunehmender Halbmond	Ostliche Quadratur	90° östlich
Reife	Herbst	Herbst-äquinoktium	September (7) Oktober (8) November (9)	Wassermann (Aquarius)	Abend	Westen	Vollmond	Opposition	180°
Ende	Winter	Winter-sonnenwende	Dezember (10) Januar (11) Februar (12)	Stier (Taurus)	Nacht	Norden	Abnehmender Halbmond	Westliche Quadratur	90° westlich

Abschließend sei darauf hingewiesen, wie zwanglos die Reihe der vier **Hauptsternbilder** Löwe, Stier, Wassermann und Adler mit den **vier Himmelsrichtungen**, mit den **vier Jahreszeiten** und mit den **vier Grundelementen** Feuer, Erde, Wasser und Luft in Verbindung gebracht werden können.

7.3.1 Bedeutung der Vier in Religionen

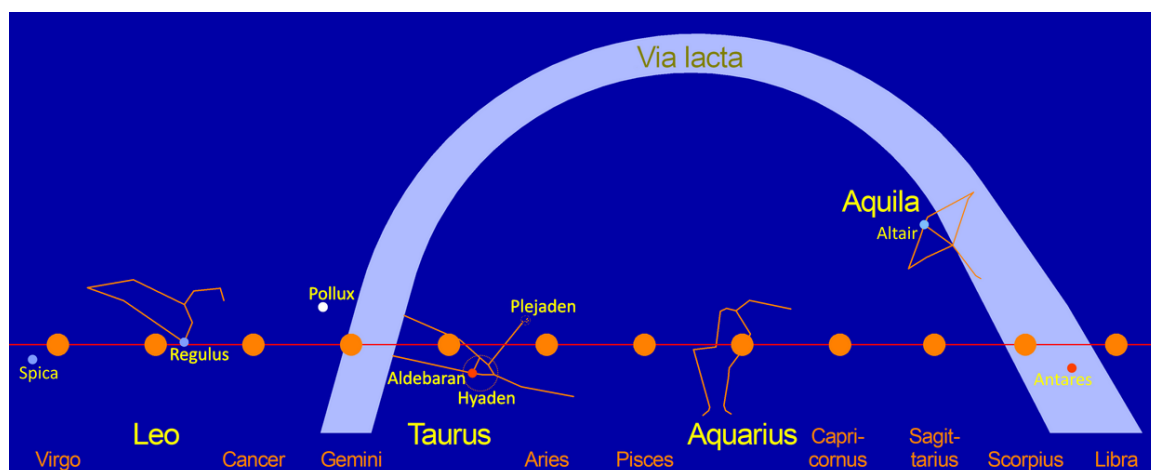


Abb. 145 Der Zodiak mit den sehr markanten Sternbildern **Löwe (Leo, Frühlingssternbild)** und **Stier (Taurus, Wintersternbild)**, dem weniger auffälligen Sternbild **Wassermann (Aquarius, Herbststernbild)** sowie dem erhaben in der Milchstraße fliegenden **Adler (Aquila, Sommersternbild)**, der sich im Horizontsystem fast senkrecht über dem in nördlicheren Breiten nie vollständig sichtbaren Ekliptiksternbild Skorpion (Scorpius) befindet. Die vier mit gelbem Text hervorgehobenen Sternbilder Löwe, Stier, Wassermann und Adler befinden sich also stets in vier senkrecht aufeinander stehenden Himmelsrichtungen. Die hellsten Sterne und Sternhaufen der genannten Sternbilder sind ebenfalls dargestellt.

Die oben genannte Reihenfolge der jahreszeitlichen Hauptsternbilder entspricht unter der Gleichsetzung des Wassermannes (Aquarius) mit einem Menschen exakt der Erwähnung der **vier realen Lebewesen** (Sternbilder) gleichenden Gestalten "voller Augen" (oder Sterne) aus dem vierten Kapitel der Offenbarung des Johannes im Neuen Testament. Sie sind kreisförmig um einen zentralen Ort ("Thron") in einem durchsichtigen Raum ("gläsernes Meer,

gleich Kristall“) angeordnet. Die ”Mitte“ entspricht der Ekliptiklinie, die ”rings um“ die Erde (”Thron“) läuft und die Himmelskugel in die nördliche und die südliche Hälfte teilt, die beide die gleiche Größe haben:^[1]

Und vor dem Thron war etwas wie ein gläsernes Meer, gleich Kristall. Und in der Mitte, rings um den Thron, waren vier Lebewesen voller Augen, vorn und hinten. Das erste Lebewesen glich einem Löwen, das zweite einem Stier, das dritte sah aus wie ein Mensch, das vierte glich einem fliegenden Adler.

Diese Lebewesen werden auch den **vier Evangelisten** Markus, Lukas, Matthäus und Johannes (in chronologischer Reihenfolge derer Evangelien) zugeordnet.

Mediendatei abspielen⁶ ⁷Animation mit Einblendung des Sternbilds Adler (Aquila) in der Sommermilchstraße aufgenommen am südlichen Sternhimmel im Sternepark Westhaveland. Die entsprechenden vier Sternbilder **Löwe** (Leo), **Stier** (Taurus), **Wassermann** (Aquarius) und **Adler** (Aquila) befinden sich in vier senkrecht aufeinander liegenden Himmelsrichtungen. Bemerkenswert ist bei diesen vier Symbolen, dass der Adler, der sich als einziges dieser ”Lebewesen“ nicht auf der Ekliptik sondern oberhalb (nördlich) der Ekliptik - im Horizontsystem senkrecht über dem Ekliptiksternbild Skorpion (Scorpius) - in der Milchstraße befindet, das Attribut ”fliegend“ bekommen hat.

Die vier Sternbilder der Evangelisten				
Evangelist	Markus	Lukas	Matthäus	Johannes
Sternbild (deutsch)	Löwe	Stier	Wassermann	Adler
Sternbild (lateinisch)	Leo	Taurus	Aquarius	Aquila
Jahreszeit bei abendlichem Aufgang im Osten, bei Erreichen des südlichen Meridians um Mitternacht und bei morgendlichem Untergang im Westen	Frühling	Winter	Herbst	Sommer
Jahreszeit bei abendlichem Untergang im Westen, bei Erreichen des nördlichen Meridians um Mitternacht (Unsichtbarkeit in der nördlichen Hemisphäre) und bei morgendlichem Aufgang im Osten	Herbst	Sommer	Frühling	Winter
Himmelsrichtung um Mitternacht im Frühling	Süden	Westen	Norden	Osten
Himmelsrichtung um Mitternacht im Sommer	Westen	Norden	Osten	Süden
Himmelsrichtung um Mitternacht im Herbst	Norden	Osten	Süden	Westen
Himmelsrichtung um Mitternacht im Winter	Osten	Süden	Westen	Norden

⁶ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/Aquila.fade-in.animation.webm>

⁷ <https://de.wikibooks.org/wiki/Datei:Aquila.fade-in.animation.webm>

In der Offenbarung des Johannes tauchen ferner die **vier Apokalyptischen Reiter** auf einem weißen, einem feuerroten, einem schwarzen und einem fahlen Pferd sowie die **vier Engel** an den **vier Ecken der Erde**, die die **vier Winde der Erde** fest aufhielten. Das Himmlische Jerusalem ist **viereckig** angelegt.

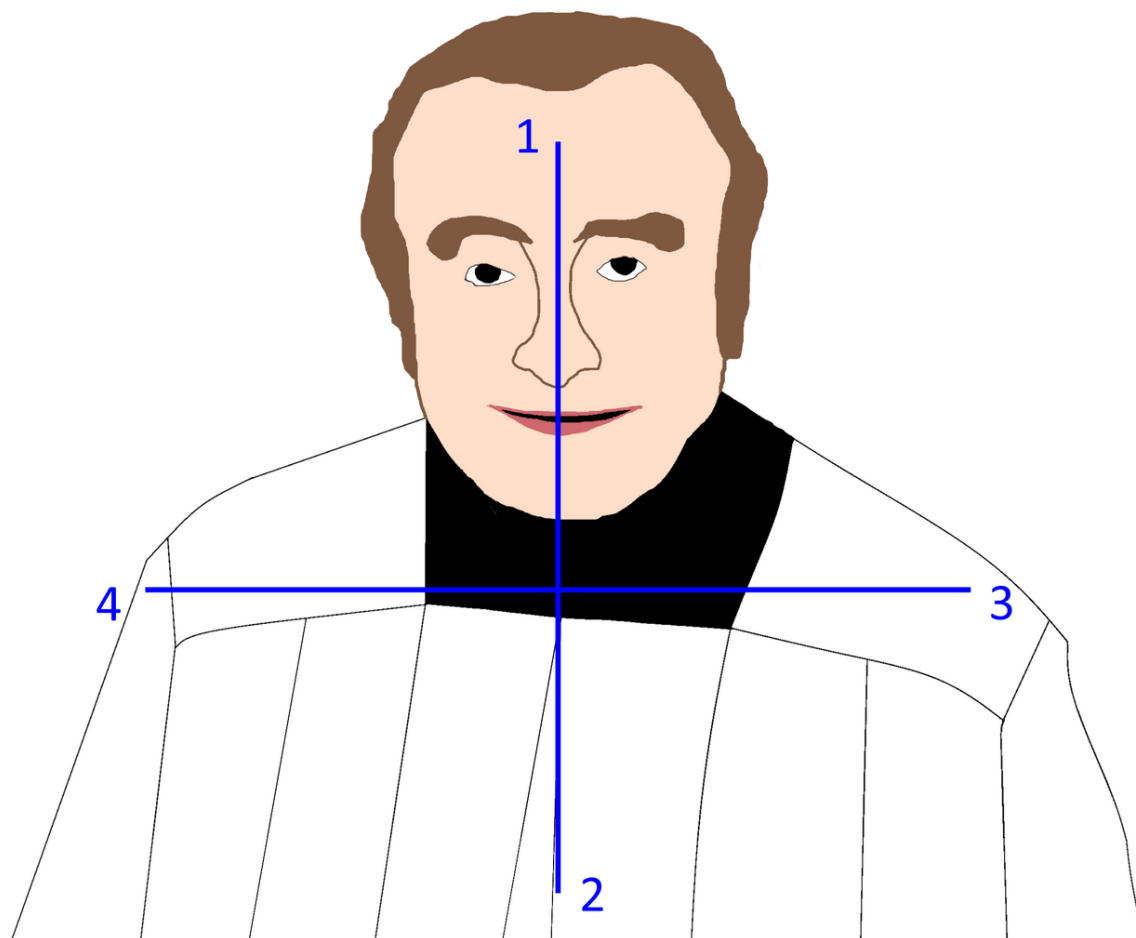


Abb. 146 Großes Kreuzzeichen.

Beim großen Kreuzzeichen wird in der katholischen Liturgie mit den Fingern der rechten Hand ein Kreuz gezeichnet, wobei die Stirn, die Brust und beide Schultern markiert werden. Hierbei ist folgendes zu bemerken: Es gibt **ein** Kreuz, das aus **zwei** senkrechten Linien mit **vier** Endpunkten besteht, während **drei** Personen mit dem Text „Im Namen des Vaters, des Sohne und des Heiligen Geistes.“ angesprochen werden.

Der Advent hat **vier Sonntage**.

→ **Dialog über die Vierfalt zwischen dem Meister Anteus und seinem Schüler Tiro**⁸

⁸ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen/_Anteus/_Vierfalt

7.4 Zur Sieben

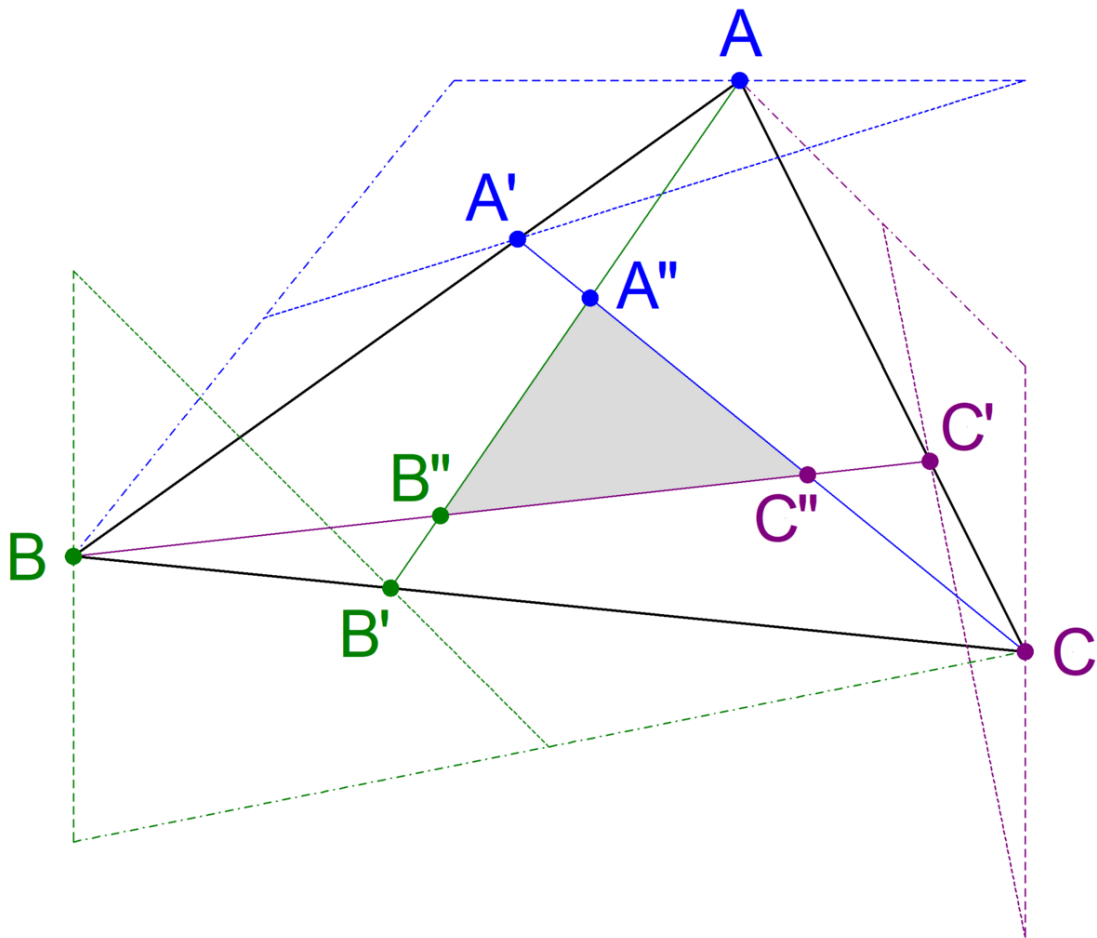


Abb. 147 Werden die **drei** Seiten eines Dreiecks ABC beispielsweise mit Hilfe der geometrischen Konstruktion mit den gestrichelten **halbierten** Strecken **gedrittelt** und werden die **drei** entsprechenden Punkte A' , B' und C' mit den gegenüberliegenden Dreieckspunkten C , A und B verbunden, ergibt sich im Inneren des Dreiecks an den **drei** Schnittpunkten dieser Verbindungslinien ein weiteres Dreieck $A''B''C''$, das genau ein **Siebtel** der Fläche des Dreiecks ABC hat.

Hinweise für einen geometrischen Beweis:

- Die Dreiecke $AA'C$, $BB'A$ und $CC'B$ müssen ein Drittel (respektive sieben Einundzwanzigstel) der Fläche des Dreiecks ABC haben.
- Die Dreiecke $AC'C''$, $BA'A''$ und $CB'B''$ müssen die doppelte Fläche der Dreiecke $CC'C''$, $AA'A''$ und $BB'B''$ haben.
- Die Dreiecke $AA''C''$, $BB''A''$ und $CC''B''$ müssen die dreifache Fläche der Dreiecke $CC'C''$, $AA'A''$ und $BB'B''$ haben.
- Die Dreiecke $AA'A''$, $BB'B''$ und $CC'C''$ müssen jeweils ein Siebtel des Flächeninhalts der Dreiecke ABB' , BCC' und CAA' beziehungsweise ein Einundzwanzigstel der Fläche des Dreiecks ABC haben.

Die Primzahl **Sieben** ist die einzige Zahl von der Zwei bis zur Zehn, die keine gemeinsamen Teiler mit den anderen neun Zahlen hat oder ein Vielfaches dieser Zahlen ist. Ferner ist das regelmäßige Siebeneck das regelmäßige Polygon mit den wenigsten Ecken, das nicht rein geometrisch mit Lineal und Zirkel konstruiert werden kann. Dies vermittelt der Sieben seit jeher eine Sonderstellung in vielen Bereichen des geistigen Lebens.

Es gibt **sieben Hauptsterne der Plejaden (Siebengestirn)**, **sieben regelmäßig zu beobachtende Wandelgestirne**, nach denen die **sieben Tage der Woche** benannt wurden, und **sieben helle Himmelsobjekte in der Nähe der Ekliptik**, die in Konjunktion mit dem Mond oder den Planeten stehen können.

→ Siehe auch Exkurs **Konjunktionen**⁹.

→ Siehe auch Exkurs **Die Plejaden**¹⁰.

Ferner sei an dieser Stelle festgehalten, dass ein Mondviertel gut **sieben Tage** dauert. Es gibt in der Einteilung der Ekliptik beim arabischen Manazil al-Qamar vier mal sieben Mondhäuser.

→ Siehe auch **Manazil al-Qamar**¹¹.

Nur **sieben** der zwölf Sternzeichen des Zodiaks sind Tiere, fünf sind es nicht: Zwillinge (Gemini), Jungfrau (Virgo), Waage (Libra), Schütze (Sagittarius) und Wassermann (Aquarius). Deswegen ist es auch nicht so ganz zutreffend von Zodiak oder vom Tierkreis zu sprechen. Da einzig das Sternbild Waage (Libra) kein Lebewesen ist, wäre der Begriff "Lebewesenkreis" dem Begriff "Tierkreis" vielleicht allgemein vorzuziehen.

In Zusammenhang mit der auch als göttlich, mystisch oder magisch bezeichneten Zahl Sieben ist es erwähnenswert, dass auch das Sternbild Orion und der Asterismus Großer Wagen (früher manchmal ebenfalls mit *Siebengestirn* bezeichnet) im Sternbild Großer Bär (Ursa Major) sowie das Sternbild Kleiner Bär (Ursa Minor) mit dem Polarstern (Polaris) an der Spitze jeweils aus **sieben** Hauptsternen bestehen:

Die sieben Hauptsterne des offenen Sternhaufens der Plejaden	
Eigenname	Scheinbare Helligkeit
Alkione	3,0 ^m
Atlas	3,5 ^m
Electra	3,5 ^m
Maia	4,0 ^m
Merope	4,0 ^m
Taygeta	4,0 ^m
Pleione	≈5,0 ^m

⁹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Konjunktionen

¹⁰ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Die_Plejaden

¹¹ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Konjunktionen#Manazil_al-Qamar

Die sieben Hauptsterne des Asterismus Großer Wagen im Sternbild Großer Bär (Ursa Major)

Astronomische Bezeichnung	Eigenname	Scheinbare Helligkeit
ϵ Ursae Majoris	Alioth	1,75 ^m
α Ursae Majoris	Dubhe	1,8 ^m
η Ursae Majoris	Alkaid	1,9 ^m
ζ Ursae Majoris	Mizar	2,2 ^m
β Ursae Majoris	Merak	2,3 ^m
γ Ursae Majoris	Phekda	2,4 ^m
δ Ursae Majoris	Megrez	3,3 ^m

Die sieben Hauptsterne des Sternbilds Kleiner Bär (Ursa Minor)		
Astronomische Bezeichnung	Eigenname	Scheinbare Helligkeit
α Ursae Minoris	Polarstern (Polaris)	2,0 ^m
β Ursae Minoris	Kochab	2,0 ^m
γ Ursae Minoris	Pherkad	3,0 ^m
δ Ursae Minoris	Yildun	4,5 ^m
ϵ Ursae Minoris	Circitores	4,0 ^m
ζ Ursae Minoris	Akfa al Farkadain	4,5 ^m
η Ursae Minoris	Anwa al Farkadain	5,0 ^m

Die sieben Hauptsterne des Sternbilds Orion

Astronomische Bezeichnung	Eigenname	Scheinbare Helligkeit
α Orionis	Beteigeuze	0,0 bis 1,5 ^m
β Orionis	Rigel	0,0 ^m
γ Orionis	Bellatrix	1,5 ^m
ϵ Orionis	Alnilam	1,5 ^m
ζ Orionis	Alnitak	1,5 ^m
κ Orionis	Saiph	2,0 ^m
δ Orionis	Mintaka	2,5 ^m

- Sieben Hauptsterne

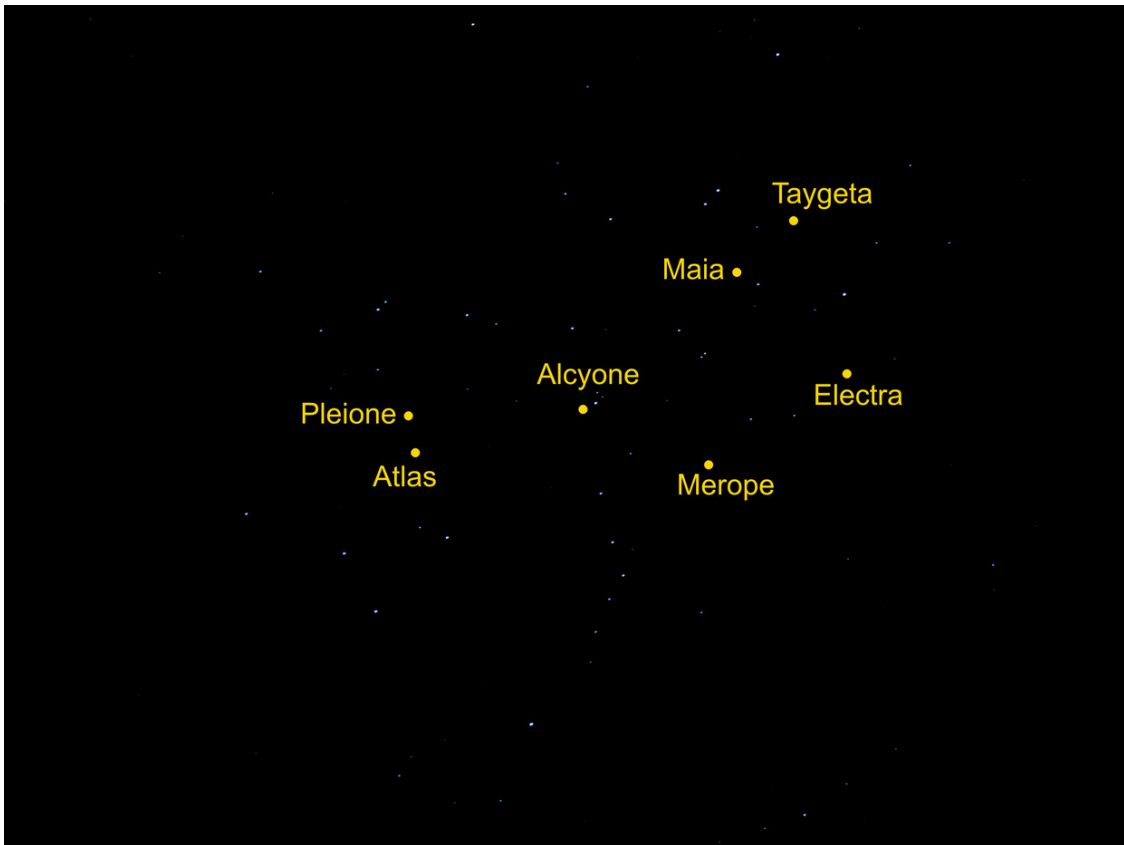


Abb. 148 Der Asterismus Plejaden im Sternbild Stier (Taurus).

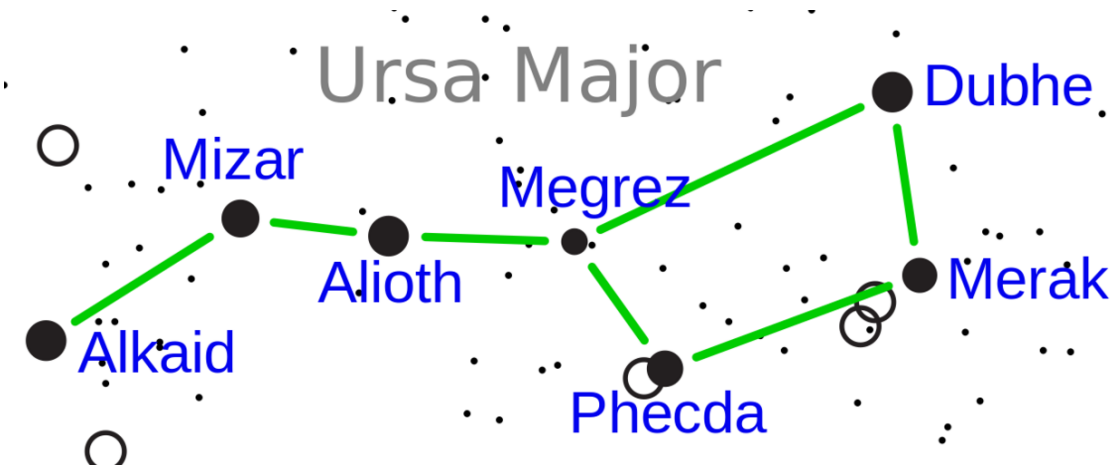


Abb. 149 Der Asterismus Großer Wagen im Sternbild Großer Bär (Ursa Major).

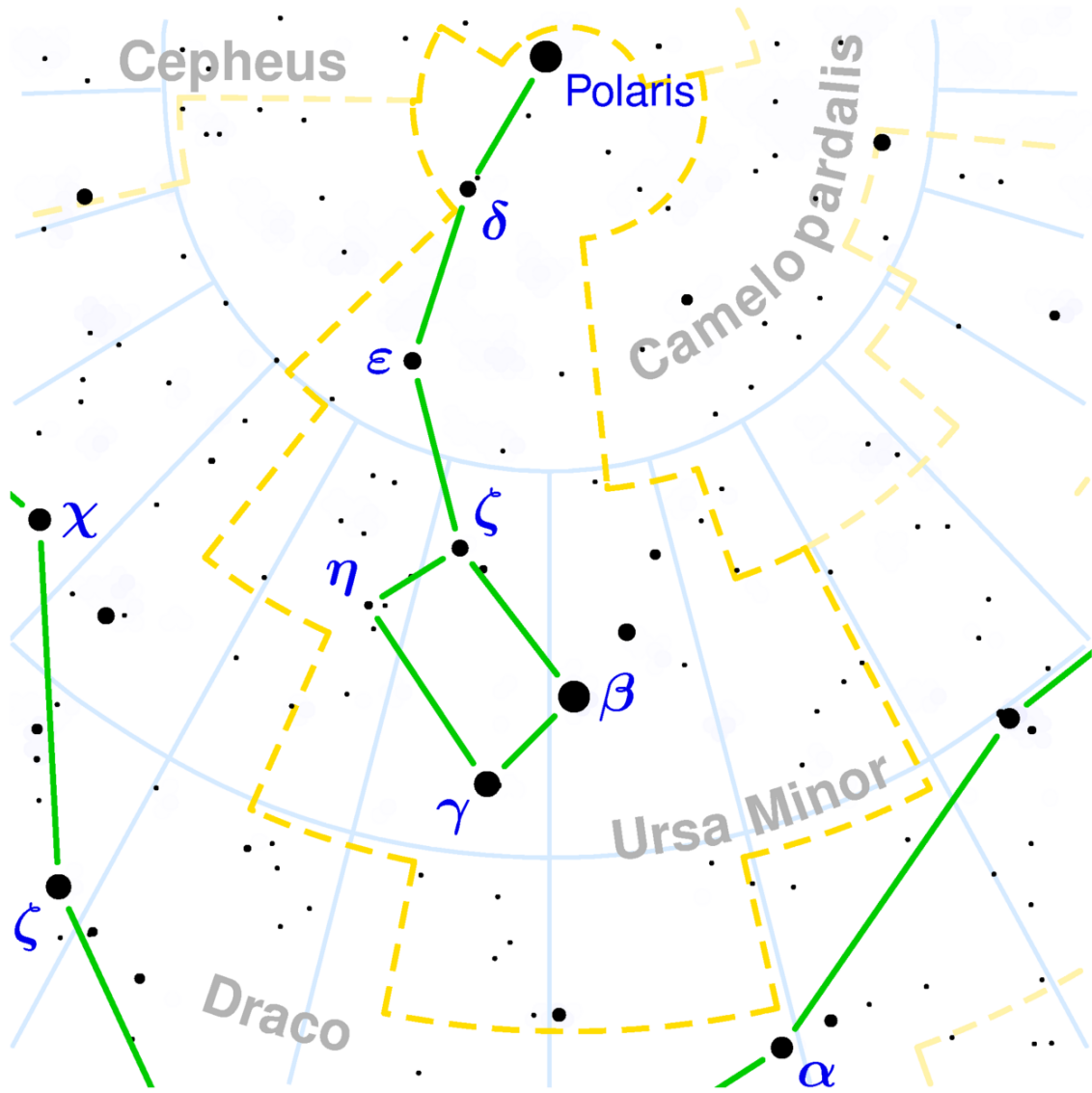


Abb. 150 Das Sternbild Kleiner Bär (Ursa Minor respektive Kleiner Wagen).

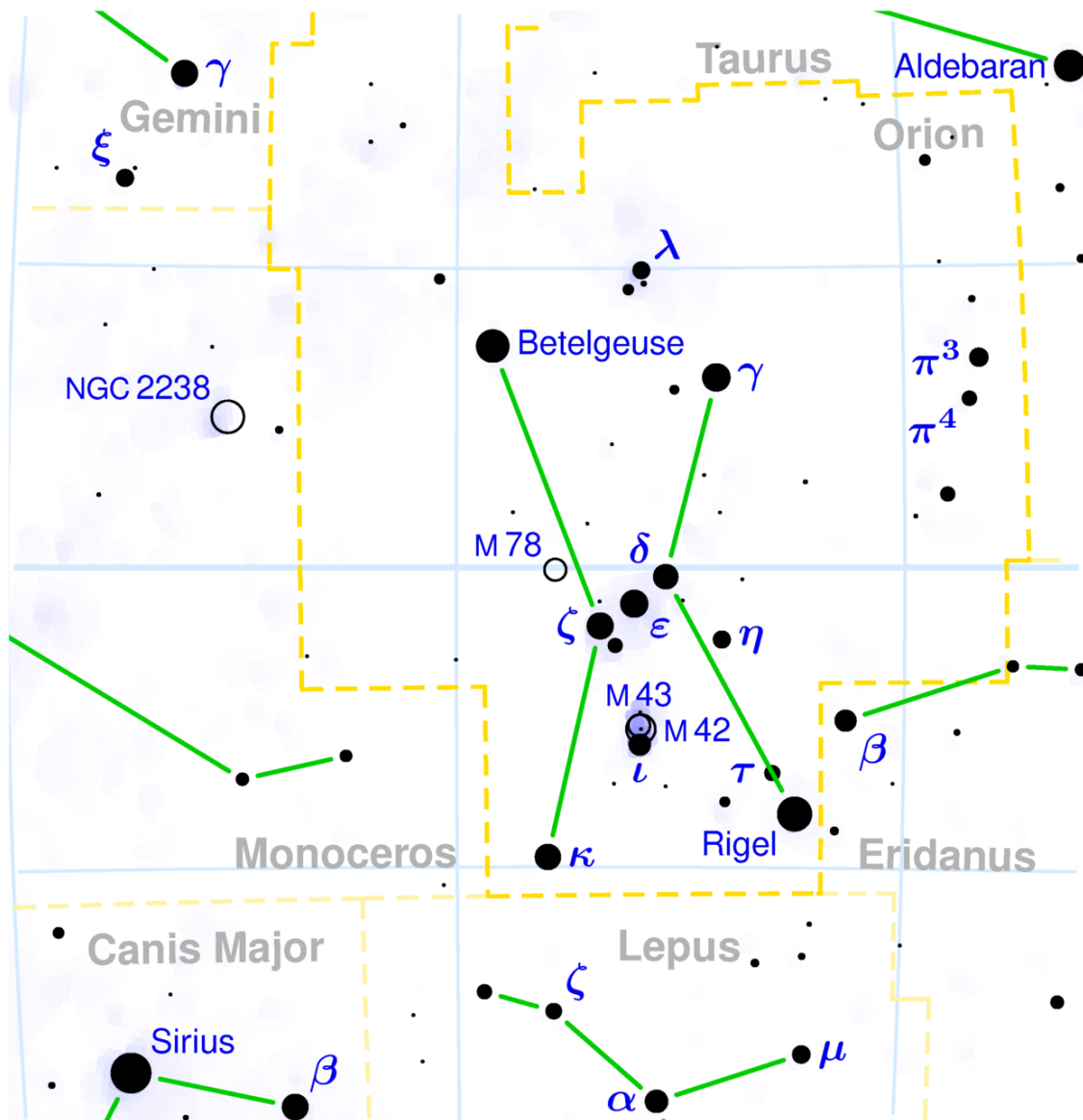


Abb. 151 Das Sternbild Orion.

Das große "V" des Sternbilds Stier besteht ebenfalls aus sieben helleren Sternen beziehungsweise Sterngruppen:

Die sieben Hauptsterne im Kopf und in den Hörnern des Sternbilds Stier

Eigenname	Scheinbare Helligkeit
$\alpha/87$ Aldebaran	1,0 ^m
$\beta/112$ Elnath	1,5 ^m
$\zeta/123$ Tien Kuan	3,0 ^m
$\epsilon/74$ Ain	3,5 ^m
$\gamma/54$ Hyadum	3,5 ^m

Die sieben Hauptsterne im Kopf und in den Hörnern des Sternbilds Stier

$\theta^1/77$	4,0 ^m
$\theta^2/78$	3,5 ^m
$\delta^1/61$ Secunda Hyadum	4,0 ^m
δ^2	5,0 ^m
δ^3	4,5 ^m

- Sieben Hauptsterne im Sternbild Stier (Taurus)

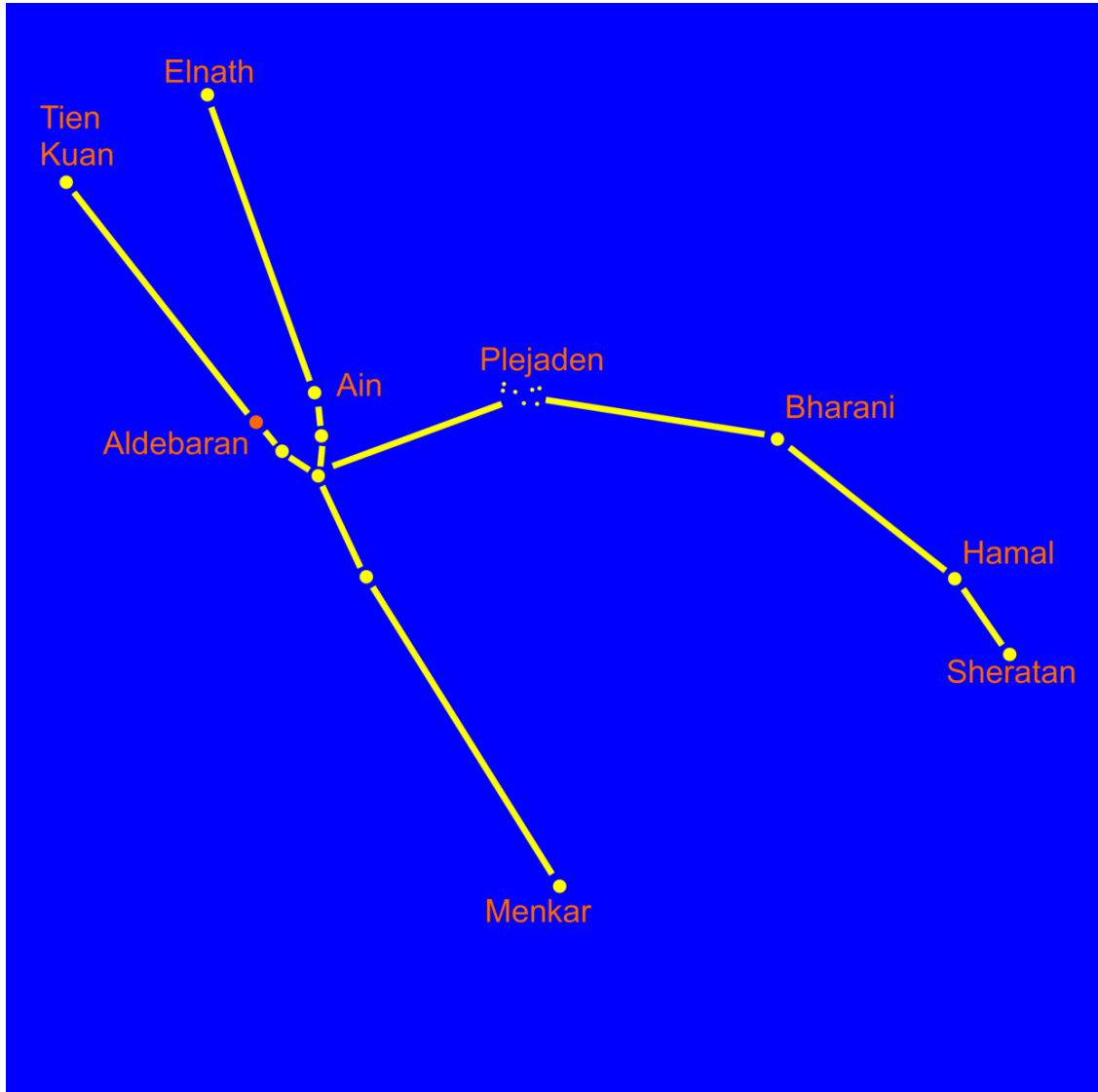


Abb. 152 Asterismus des Himmelsstieres mit den Bezeichnungen der hellsten Sterne, siehe hierzu auch **Astronomische Bezugssysteme / Der Himmelsstier**^a.

^a https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme#Der_Himmelsstier

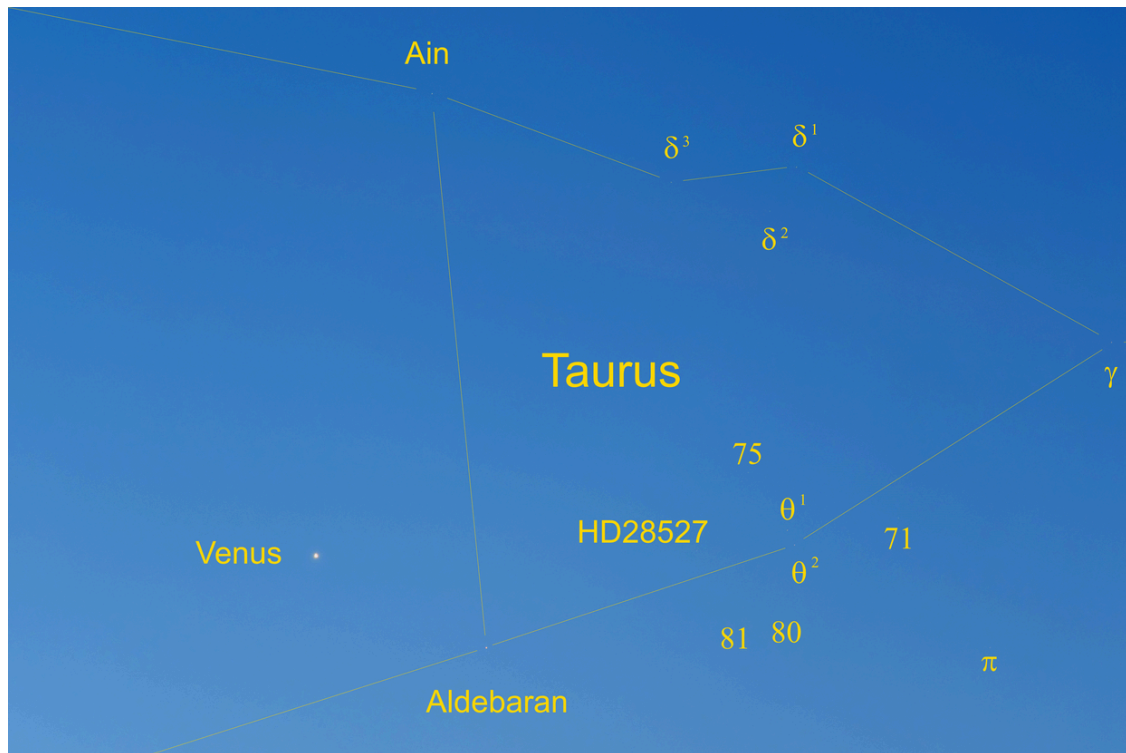


Abb. 153 Die Hyaden mit dem Stern Aldebaran und dem Planeten Venus im Kopf des Stieres des Sternbilds Stier (Taurus) in der Morgendämmerung über dem östlichen Horizont mit allen Sternen mit einer scheinbaren Helligkeit bis zur fünften Größenklasse. Links außerhalb des Bildes befinden sich die beiden Sterne Tien Kuan (oben in Verlängerung von Ain) und Elnath (unten in Verlängerung von Aldebaran) in den Spitzen der beiden Hörner des Stieres.



Abb. 154 Das Wintersechseck Mitte Februar im Meridian Richtung Süden. Oben der Stern Capella im Sternbild Fuhrmann (Auriga), rechts der Stern Aldebaran im Sternbild Stier (Taurus), rechts unten der Stern Rigel im Sternbild Orion, unten der hellste Stern des Himmels Sirius im Sternbild Großer Hund (Canis Major), links der Stern Prokyon im Sternbild Kleiner Hund (Canis Minor) und darüber der Stern Pollux im Sternbild Zwillinge (Gemini). Der siebente Stern Beteigeuze im Sternbild Orion befindet sich ungefähr in der Mitte des Wintersechsecks. Die Ekliptiklinie verläuft ungefähr in der Bildmitte und fast waagrecht unterhalb von Pollux und oberhalb von Aldebaran.

Der hellste Stern davon ist der Hauptstern Aldebaran, der auch zum Asterismus des Wintersechsecks gehört, das in Mitteleuropa von September bis April gesehen werden kann. Es wird aus den sechs hellsten Sternen der sechs benachbarten Sternbilder Stier (Taurus), Orion,

Großer Hund (Canis Major), Kleiner Hund (Canis Minor), Zwillinge (Gemini), und Fuhrmann (Auriga) gebildet, nämlich aus den hellen Sternen Aldebaran, Rigel, Sirius, Prokyon, Pollux und Capella. Das Wintersechseck umschließt dabei den hellen roten Superriesen Beteigeuze im Sternbild Orion - zusammen sind es also **sieben helle Sterne**.

Die sieben hellsten Objekte des Wintersechsecks

Eigenname	Astronomische Bezeichnung	Sternbild	Scheinbare Helligkeit	Bemerkungen
Aldebaran	α Tauri	Stier (Taurus)	0,9 ^m	Roter Riese, "Ochsenauge"
Rigel	β Orionis	Orion	0,2 ^m	Fußstern des Orions
Sirius	α Canis Majoris	Großer Hund (Canis Major)	-1,5 ^m	Hellster Stern des Himmels
Prokyon	α Canis Minoris	Kleiner Hund (Canis Minor)	0,4 ^m	Geht in nördlichen Breiten vor Sirius auf
Pollux	β Geminorum	Zwillinge (Gemini)	1,2 ^m	Daneben Castor (α Geminorum, 1,9 ^m)
Capella	α Aurigae	Fuhrmann (Auriga)	0,0 ^m	Dritthellster Stern am Nordhimmel
Beteigeuze	α Orionis	Orion	0,4 ^m	Roter Überriese, pulsiert (manchmal nur 1,6 ^m)

7.4.1 Die sieben hellsten Objekte der Ekliptik

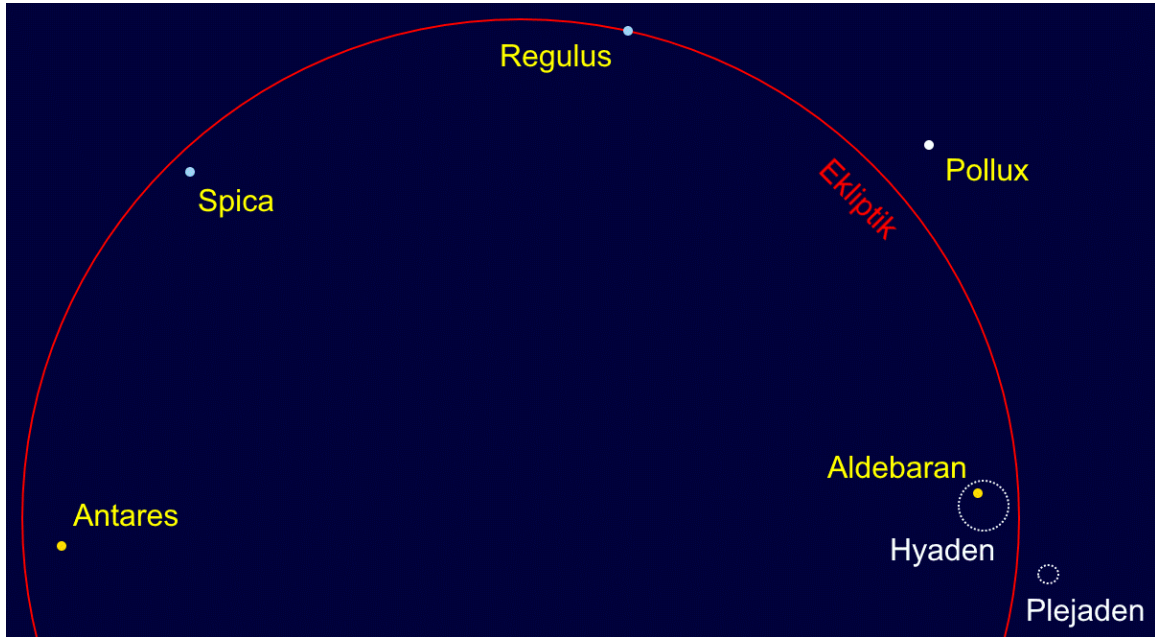


Abb. 155 Die sieben hellsten feststehenden Objekte entlang dem Bogen der Ekliptik. Außen liegende Punkte befinden sich nördlich der Ekliptik und innen liegende südlich.

Es gibt am Fixsternhimmel nur sieben helle Objekte in der Nähe der Ekliptik. Diese sind bei einer totalen Sonnenfinsternis sogar am Taghimmel zu sehen^[2], wie auch schon der englische Astronom Edmond Halley¹² (* 1656; † 1742) bei der Sonnenfinsternis am 22. April 1715 (nach dem julianischen Kalender, nach dem gregorianischen Kalender war es der 3. Mai 1715) in London festgestellt hatte, als die Sonne im Sternbild Stier (Taurus) verschwand und dessen Hauptstern Aldebaran (α Tauri) sowie der nahe Jupiter und der Stern Capella (α Aurigae) im benachbarten Sternbild Fuhrmann (Auriga) sichtbar wurden.^[3]

Alle ekliptiknahen Sterne können von der Mondscheibe bedeckt werden (Okkultation). Der ekliptiknahe Hauptstern **Pollux** (β Geminorum) im Sternbild Zwillinge (Gemini) hat sich aufgrund seiner Eigenbewegung im Laufe der letzten zehntausend Jahre allerdings so weit von der Ekliptiklinie entfernt, dass er mittlerweile nicht mehr vom Mond bedeckt werden kann.

Die sieben hellsten Objekte in der Nähe der Ekliptik

Eigenname	Astronomische Bezeichnung	Sternbild	Scheinbare Helligkeit	Ekliptikale Länge	Ekliptikale Breite
Antares	α Scorpii	Skorpion (Scorpio)	1,0 ^m	250,0°	-4,6°
Spica	α Virginis	Jungfrau (Virgo)	1,0 ^m	204,1°	-2,1°
Regulus	α Leonis	Löwe (Leo)	1,5 ^m	150,1°	0,5°
Pollux	α Geminorum	Zwillinge (Gemini)	1,0 ^m	113,5°	6,7°
Aldebaran	α Tauri	Stier (Taurus)	1,0 ^m	70,1°	-5,5°
Hyaden	Offener Sternhaufen	Stier (Taurus)	0,5 ^m	66,1°	\approx -5,8°
Plejaden	Offener Sternhaufen	Stier (Taurus)	1,5 ^m	60,2°	\approx 4,1°

¹² https://de.wikipedia.org/wiki/Edmond_Halley

7.4.2 Die Siebentagewoche

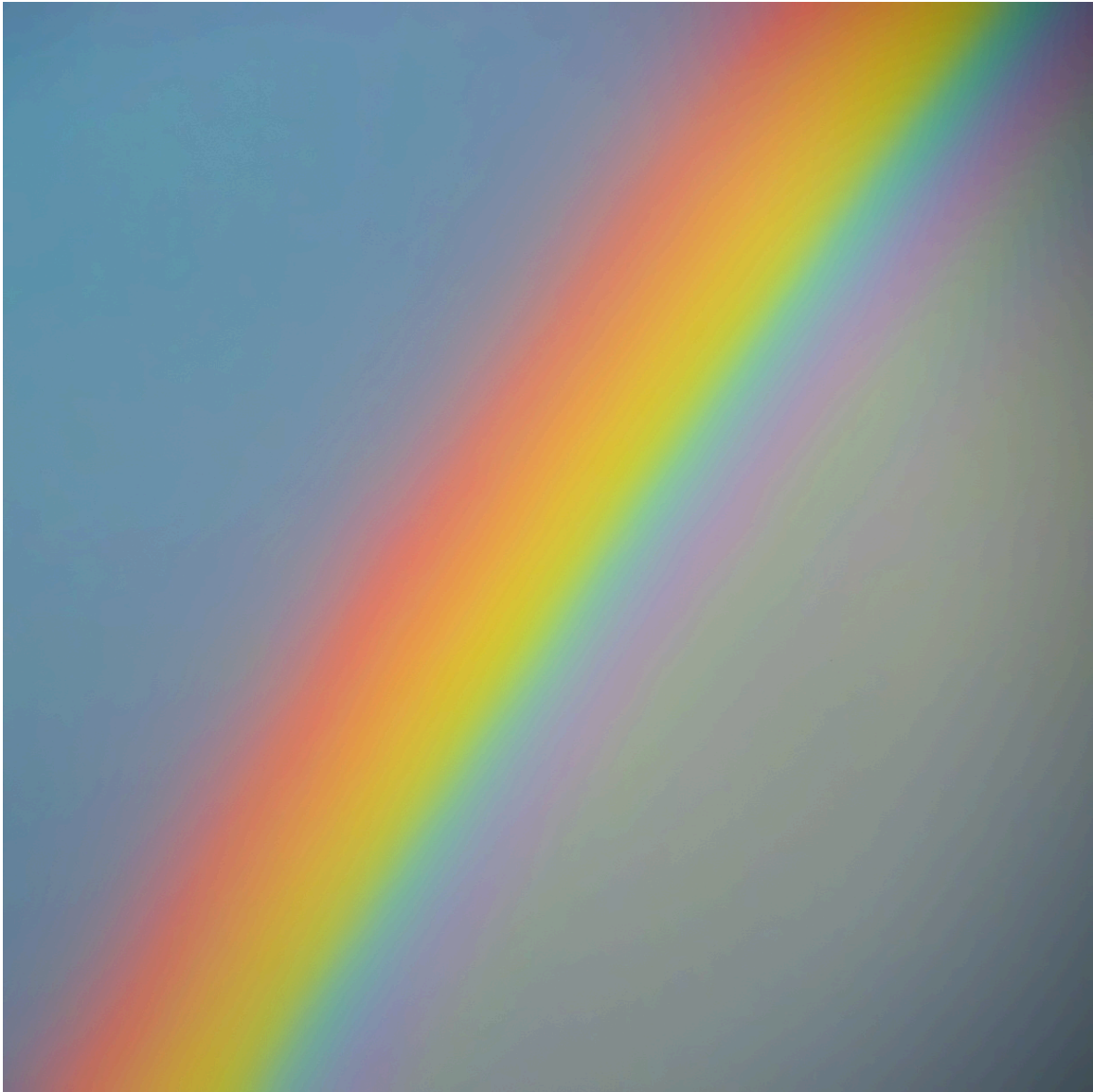









Abb. 156 Ausschnitt eines Regenbogens mit seinen sieben Hauptfarben **Rot, Orange, Gelb, Grün, Türkis, Blau und Violett**.

Alle sieben seit jeher mit bloßem Auge zu sehenden und gegenüber dem Sternhimmel beweglichen Gestirne bewegen sich von der Erdoberfläche aus gesehen also scheinbar entlang der Ekliptik um die Achse zwischen den beiden Ekliptikpolen. Schon in der größten griechischen Stadt Böotiens, Theben, der Stadt der sieben Tore, sollen vor fast 3000 Jahren die sieben Stadttore diesen sieben Wandelgestirnen in der Reihenfolge der Wochentage zugeordnet gewesen sein. Möglicherweise war diese Reihenfolge von den phönizischen Gründern der Stadt mitgebracht worden.^[4] Ein Regenbogen besteht aus den sieben leicht unterscheidbaren Hauptfarben **Rot (wie Rubin), Orange (wie Karnerol), Gelb (wie Gold), Grün (wie Smaragd), Türkis (wie Türkis), Blau (wie Lapislazuli) und Violett (wie Amethyst)**.

Diese sieben Himmelsobjekte, die sich gegenüber dem Fixsternhimmel je nach den Entfernungen von der Erde und von der Sonne mehr oder weniger schnell bewegen, sind im Folgenden angegeben. Die Tatsache, dass sie nur über ihre (siderischen) Umlaufzeiten geordnet in einem Heptagramm dargestellt werden können, das ausgehend von der oben dargestellten Sonne die bekannte Reihenfolge der Wochentage ergibt, ist ein Indiz dafür, dass die Kenntnis aller Umlaufzeiten eine Voraussetzung für diese Reihenfolge ist:

Die sieben sich in der Ekliptik gegenüber dem Fixsternhimmel bewegenden Himmelskörper

Himmelskörper	Symbol	Siderische Umlaufzeit in Tagen	Siderische Umlaufzeit in Monaten	Siderische Umlaufzeit in Jahren	Scheinbare Helligkeit	Maximale ekliptikale Breite	Maximale Elongation	Lateinische Bezeichnung des Wochentags	Gottheiten	Wochentag	Nummer	Farbe
Mond		27,3	0,90	0,075	-13 ^m	5,1°	180°	dies lunae	Mani	Montag	2	2
Merkur		77	2,5	0,21	-2 ^m	7,0°	28°	dies Mercuri	Odin / Wotan / Wodan	Mittwoch	4	7
Venus		225	7,4	0,62	-5 ^m	3,4°	48°	dies Veneris	Frija / Frigg / Frigga	Freitag	6	5
Sonne		365,25	12,0	1,00	-27 ^m	0,0°	0°	dies solis	Sol / Sunna	Sonntag	1	3
Mars		687	22,6	1,88	-3 ^m	1,9°	180°	dies Martis	Tiu / Ziu / Tyr	Dienstag	3	1
Jupiter		4333	142,4	11,9	-3 ^m	1,3°	180°	dies Iovis	Thor / Donar / Thunar	Donnerstag	5	6
Saturn		10760	353,5	29,5	-0,5 ^m	2,5°	180°	dies Saturni	Saturn	Samstag	7	4

- Die sieben Himmelskörper der Wochentage

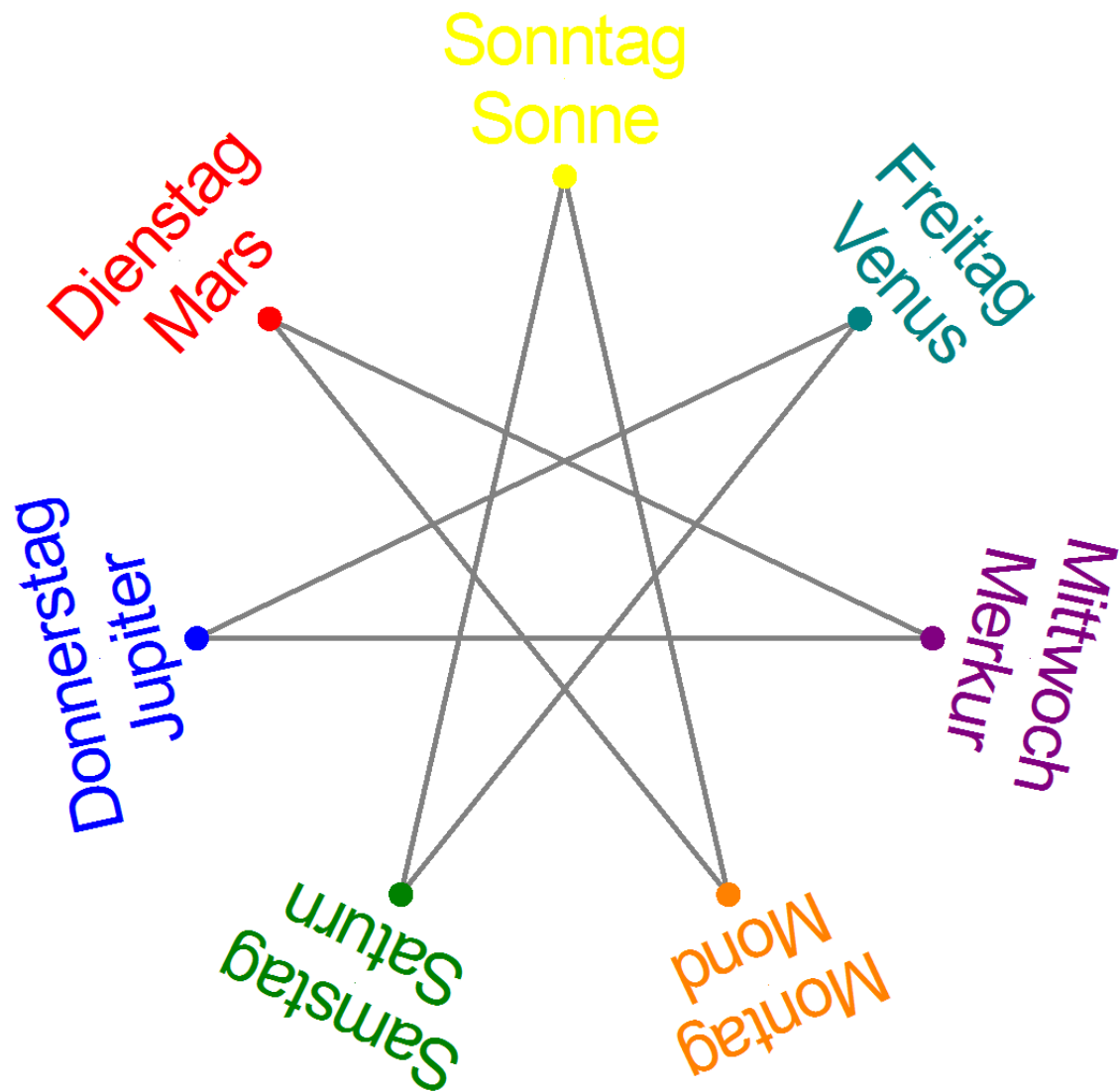


Abb. 164 Die sieben den gegenüber dem Fixsternhimmel beweglichen Himmelskörper und deren Zuordnungen zu den Wochentagen in der Darstellung eines Heptagramms, das mit dem Mond beginnend entgegen dem Uhrzeigersinn und aufsteigend nach den siderischen Umlaufzeiten angeordnet ist. Die Sonne befindet sich oben.

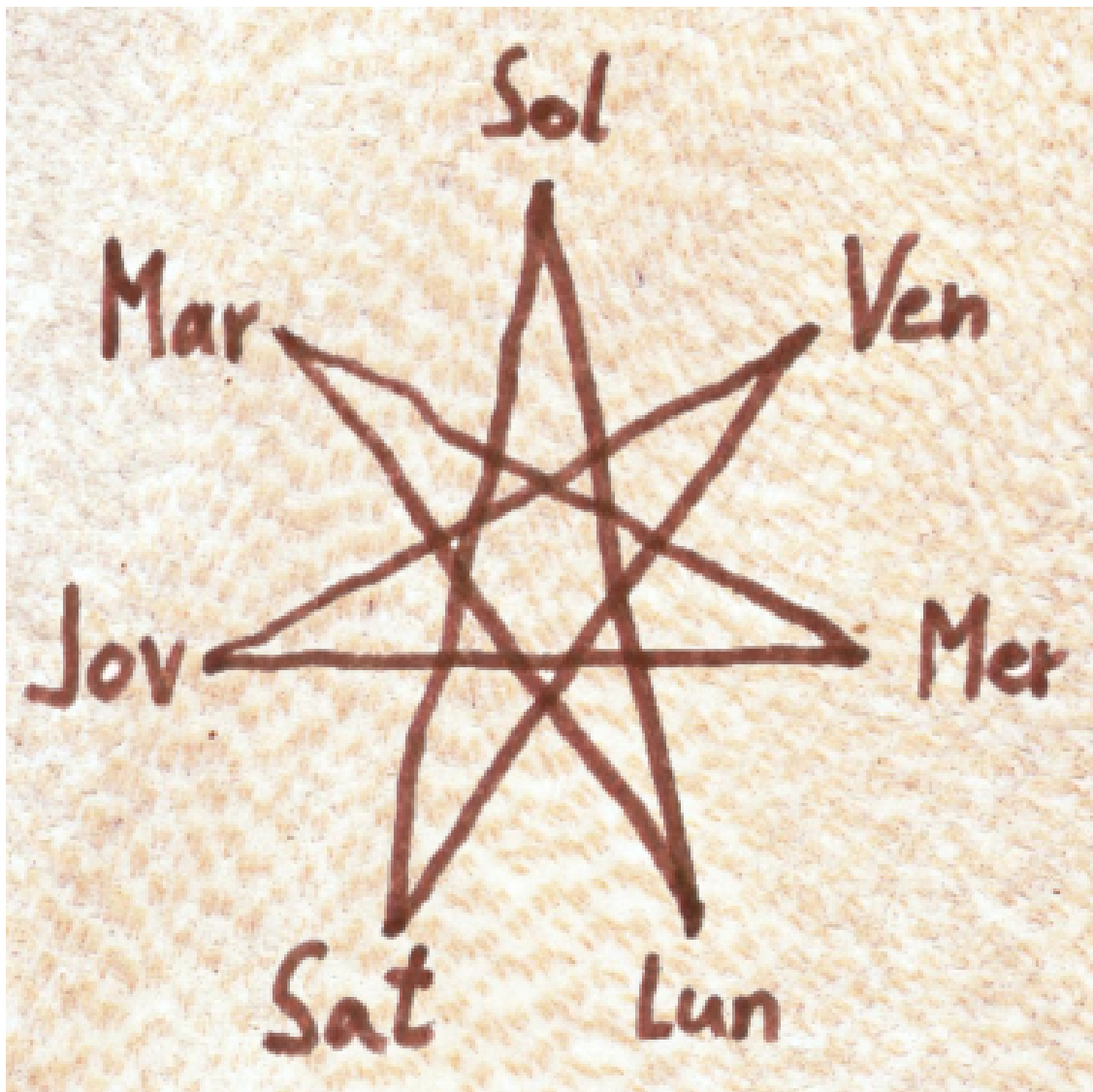


Abb. 165 Heptagramm mit den drei Anfangsbuchstaben der lateinischen Bezeichnungen der Wochentage jeweiligen Himmelskörper.



Abb. 166 Teller mit Wochentagsheptagramm und den Symbolen der sieben Wandelgestirne.

Die Siebentagewoche und die Bezeichnungen der sieben Wochentage gehen also auf diese sieben Himmelskörper zurück. Die Sonne ist mit großem Abstand das hellste dieser Himmelsobjekte, und nur der Mond kann über den gesamten Tag gleichzeitig mit ihr am Taghimmel gesehen werden.



Abb. 167 Der Uranus (unten in der Mitte) im Sternbild Widder (Aries) im Vergleich zu einigen markanten Himmelsobjekten: Oben links der Planet Mars im Goldenen Tor der Ekliptik im Sternbild Stier (Taurus) zwischen dem Roten Riesen Aldebaran (α Tauri) im offenen Sternhaufen der Hyaden und dem offenen Sternhaufen der Plejaden. In der Nachbarschaft im Uhrzeigersinn die hellen Sterne Algol (β Persei), Alamak (γ Andromedae), Mirach (β Andromedae), Hamal (α Arietis), Menkar (α Ceti).

Der Planet **Uranus** ist bei günstigen Beobachtungsverhältnissen zwar gerade noch mit bloßem Auge zu sehen, wird mit seiner scheinbaren Helligkeit von $5,5^m$ allerdings von mehreren tausend Fixsternen übertroffen. Er wurde mehrfach beobachtet, jedoch für einen Fixstern gehalten, da er sich mit einer siderischen Umlaufzeit von 84 Jahren nur sehr langsam gegenüber dem Fixsternhimmel bewegt. Daher wurde er erst im 18. Jahrhundert zufällig von dem deutsch-britischen Musiker und Amateurastronomen **Wilhelm Herschel** (* 1738; † 1822) und somit lange nach der Erfindung des Fernrohrs entdeckt.

Der Planet **Neptun** bewegt sich noch langsamer als der Planet Uranus (die siderische Umlaufzeit beträgt fast 165 Jahre) und ist ohne optische Geräte gar nicht sichtbar. Er wurde zum Jahreswechsel 1612/1613 von Galileo Galilei (* 1564; † 1642) in Konjunktion zum Planeten Jupiter beobachtet, aber für einen Fixstern oder einen weiteren Jupitermond gehalten. Der Neptun wurde erst Mitte des 19. Jahrhunderts aufgrund aufwendiger mathematischer Berechnungen ausfindig gemacht.

→ **Dialog über den Kalender zwischen dem Meister Anteus und seinem Schüler Tiro**¹³

¹³ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen/_Anteus/_Kalender

7.4.3 Bedeutung der Sieben in Religionen

Die Sieben ist eine in den alten Schriften recht häufig auftauchende Zahl. Beispiele sind die **sieben Himmel**, die **sieben Stufen der Türme**, die **sieben Zweige des Lebensbaums** oder die **sieben Locken des Gilgamesch** in der babylonischen Tradition.^[5]

Laut der Schöpfungsgeschichte wurde die Welt **in sieben Tagen erschaffen**, und es gab die **sieben mageren** und die **sieben fetten Jahre**.^[6]

*26 Die **sieben schönen Kühe** sind **sieben Jahre**, und die **sieben schönen Ähren** sind **sieben Jahre**. Es ist ein und derselbe Traum.*

*27 Die **sieben mageren und hässlichen Kühe**, die nachher heraufkamen, sind **sieben Jahre**, und die **sieben leeren, vom Ostwind ausgedörrten Ähren** sind **sieben Jahre Hungersnot**.*

Noach sollte vor Ablauf einer **siebentägigen** Frist von allen reinen Tieren je **sieben Paare** mitnehmen.^[7]

Im zweiten Buch des Alten Testaments „Exodus“ gibt es die Anweisung einen **siebenarmigen Leuchter** aus Gold herzustellen:^[8]

*Dann mach für den Leuchter **sieben Lampen** und setze seine Lampen so auf, dass sie das Licht nach vorn fallen lassen.*

Der Prophet *Bileam* sagte zu *Balak* (König der Moabiter): *Errichte mir hier **sieben Altäre** und stell mir hier **sieben junge Stiere** und **sieben Widder** bereit!*^[9]

Moses bekam die Anweisung, am Monatsanfang **sieben fehlerlose, einjährige Lämmer** zu opfern, und nach dem Pessachfest **sieben Tage** lang ungesäuerte Brote zu essen.^[10]

Bei der Belagerung Jerichos sollten **sieben Priester sieben Widderhörner vor der Lade hertragen**. Am **siebten Tag** sollten die Krieger **siebenmal** um die Stadt herumziehen.^[11]

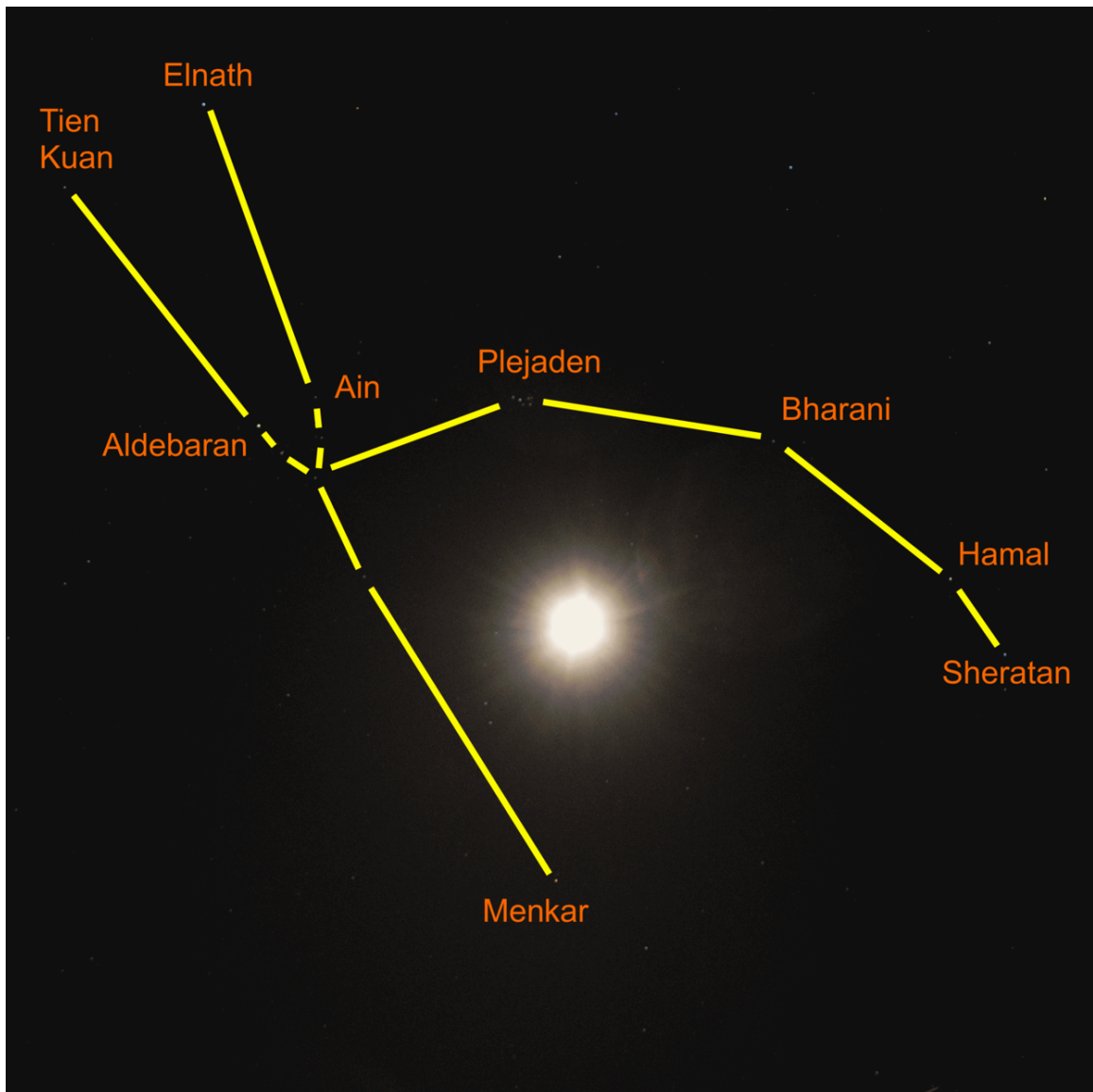


Abb. 168 Astronomische Aufnahme mit dem Vollmond, dem eingeblendeten Asterismus des Himmelsstieres und den Bezeichnungen der hellsten Sterne in der Himmelsregion der heutigen Sternbilder Stier (links oben), Walfisch (unten) und Widder (rechts).

Der Prophet Hesekiel thematisiert im Kapitel 45 ab Vers 18 „Die großen Feste“ die **Sieben** in mehrfacher Hinsicht, unter anderem auch in Bezug auf den durch den Sternenhimmel festgelegten Festkalender und den damit eng verbundenen Asterismus des **Himmelsstieres** am Sternenhimmel, der die heutigen Sternbilder **Stier** (Taurus) und **Widder** (Aries) umfasst: [12][13]

→ Siehe hierzu auch **Astronomische Bezugssysteme / Der Himmelsstier**¹⁴.

¹⁴ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Astronomische_Bezugssysteme#Der_Himmelsstier

18 *So spricht GOTT, der Herr: **Am ersten Tag des ersten Monats** sollst du einen jungen **Stier** aus der Rinderherde nehmen, der ohne Fehler ist, und das Heiligtum entsündigen.*

19 *Der Priester nimmt etwas Blut von dem Sündopfer und bestreicht damit die Türpfosten des Tempels und die **vier Ecken** der Einfassung des Altars und die Türpfosten des Tors zum inneren Vorhof.*

20 *Dasselbe sollst du am **siebten Tag des Monats** tun für die, die sich aus Versehen oder aus Unwissenheit verfehlt haben. So sollt ihr den Tempel entsühnen.*

21 *Am **vierzehnten Tag des ersten Monats** sollt ihr das **Pessach** feiern, ein **Fest von sieben Tagen**. Da soll man ungesäuerte Brote essen.*

22 *Der Fürst soll an diesem Tag für sich und für das ganze Volk im Land einen **Stier** zum Sündopfer bereitstellen.*

23 *An den sieben Festtagen soll er als Brandopfer für den HERRN **sieben Stiere** und **sieben Widder**, die ohne Fehler sind, bereitstellen, und zwar an jedem der **sieben** Tage, dazu täglich einen Ziegenbock als Sündopfer.*

24 *Für das Speiseopfer soll er ein Efa Mehl je **Stier** und ein Efa Mehl je **Widder** bereitstellen, dazu je Efa Mehl ein Hin Öl.*

25 *Genau dasselbe soll er **sieben Tage lang** mit dem Sündopfer, dem Brandopfer und Speiseopfer und mit dem Öl an dem Fest machen, das am **fünfzehnten Tag des siebten Monats** beginnt.*

Diese Verse nehmen Bezug auf den Monat **Nisan** (ungefähr März), an dem mit dem Sederabend am vierzehnten Tag das darauffolgende einwöchige Fest Pessach eingeleitet wird, und den Monat **Tischri** (ungefähr September), an dem ab dem fünfzehnten Tag das einwöchige Fest Sukkot (Laubhüttenfest) eingeleitet wird.

Im Neuen Testament gibt es Anspielungen, die auf die besondere Bedeutung der Zahlen **Sieben und Zwölf** (siehe unten) hinweisen, wie im Kapitel 8 des Markusevangeliums:^[14]

19 *Als ich die fünf Brote für die Fünftausend brach, wie viele Körbe voll Brotstücke habt ihr da aufgehoben? Sie antworteten ihm: **Zwölf**.*

20 *Und als ich die sieben Brote für die Viertausend brach, wie viele Körbe voll habt ihr da aufgehoben? Sie antworteten: **Sieben**.*

21 *Da sagte er zu ihnen: Versteht ihr immer noch nicht?*



Abb. 169 Die Vision aus dem ersten Kapitel der Offenbarung des Johannes mit dem Menschensohn, der sieben Sterne in seiner rechten Hand hat und von sieben goldenen Leuchtern umgeben ist, in einem Holzschnitt von Albrecht Dürer von 1498.

Besonders in der **Offenbarung des Johannes** (Apokalypse) spielt die Zahl Sieben eine zentrale Rolle:^[15]

- Kapitel 1
 - Die sieben Gemeinden in der Provinz Asien
 - Die sieben Geister (Gottes) vor seinem Thron
 - Sieben goldene Leuchter
 - Sieben Sterne in seiner Rechten

7.5 Zur Zwölf

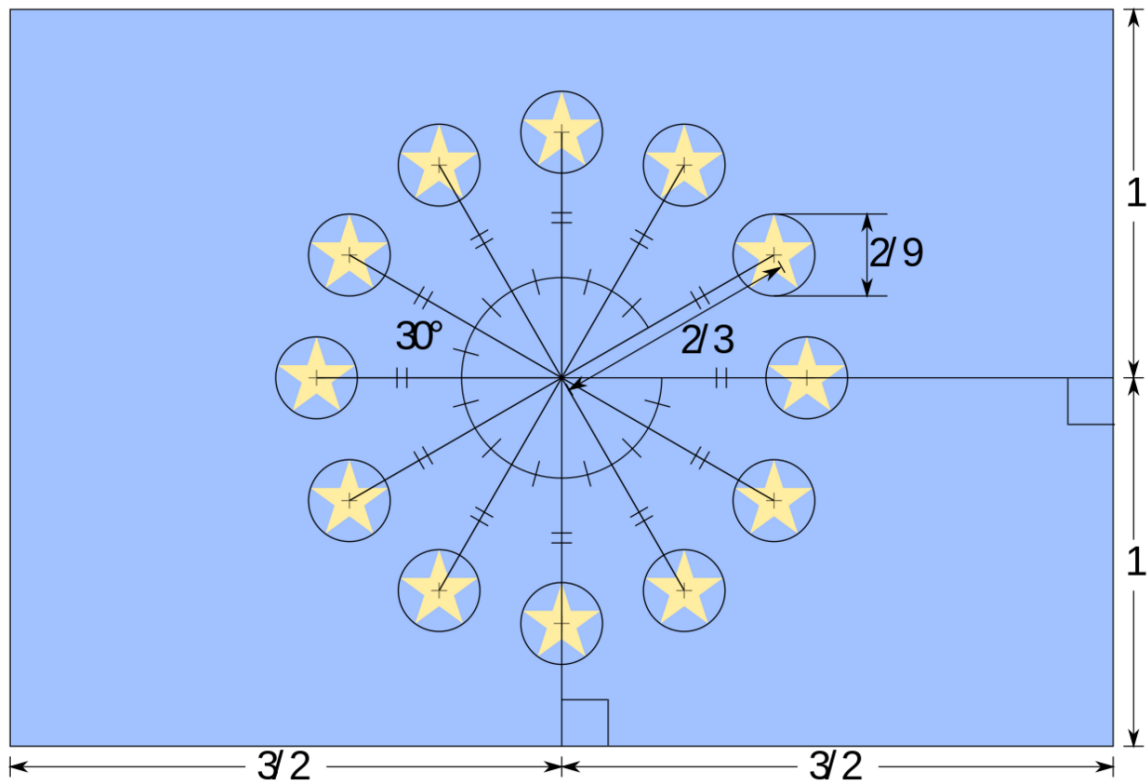


Abb. 170 Die Europaflagge besteht aus einem zentral, gleichmäßig in einem 30° -Raster und kreisförmig angeordneten Kranz aus zwölf goldenen, fünfzackigen, sich nicht berührenden Sternen auf azurblauem, rechteckigen Hintergrund mit dem Seitenverhältnis drei zu zwei.

7.5.1 Der Tag

An den Tagen der Tag-und-Nacht-Gleiche steht die Sonne zwölf Stunden oberhalb und zwölf Stunden unterhalb des Horizonts.

7.5.2 Anzahl der Monate im Jahr

Das Sonnenjahr und das Mondjahr haben zwölf Monate. Wegen der um zirka elf Tage kürzeren Dauer eines Mondjahres (Lunarjahr) gegenüber einem Sonnenjahr (Solarjahr), wird bei kombinierten Lunisolarkalendern ungefähr alle drei Jahre ein dreizehnter Schaltmonat eingefügt.

7.5.3 Umlaufzeit des Planeten Jupiter

Die siderische Umlaufzeit des Planeten Jupiter beträgt knapp zwölf Sonnenjahre beziehungsweise gut zwölf Mondjahre mit je zwölf Monaten. Dies hat zur Folge, dass der Jupiter

in aufeinanderfolgenden Jahren von der Erde aus betrachtet entlang der Ekliptik linksläufig um eines der zwölf Lebewesenkreiszeichen des Zodiaks weitergewandert ist.

7.5.4 Der Zodiak

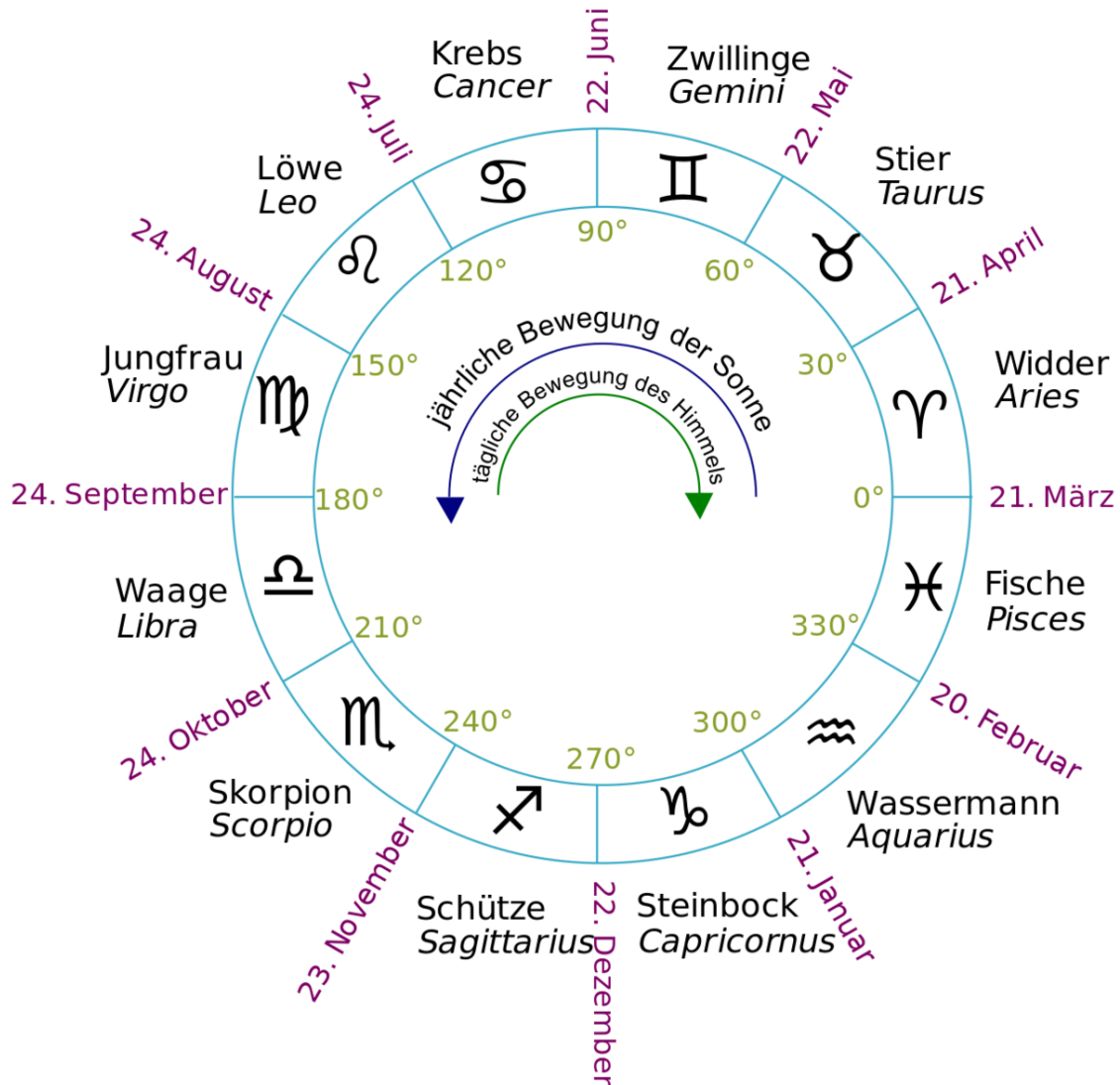


Abb. 171 Der Zodiak.

Der Zodiak oder Lebewesenkreis (häufig unzutreffend auch als Tierkreis bezeichnet) beschreibt die zwölf Sternbilder entlang der Ekliptik, die in der folgenden Reihenfolge auftreten:

- Frühling
 - Widder (Aries)
 - Stier (Taurus)
 - Zwillinge (Gemini)

- Sommer
 - Krebs (Cancer)
 - Löwe (Leo)
 - Jungfrau (Virga)
- Herbst
 - Waage (Libra)
 - Skorpion (Scorpio)
 - Schütze (Sagittarius)
- Winter
 - Steinbock (Capricornus)
 - Wassermann (Aquarius)
 - Fische (Pisces)

In jeder der vier Jahreszeiten gibt es drei Monate, die einem der Lebewesenkreiszeichen zugeordnet werden können.

Von allen Sternzeichen liegen nur diese zwölf Lebewesenkreiszeichen auf der Ekliptik. Die beiden offenen Sternhaufen der Plejaden und der Hyaden gehören zum Sternbild Stier (Taurus) und liegen daher ebenfalls im Bereich der Ekliptik. Alle anderen Sternbilder, namentlich Orion und Großer Bär (Ursa Major, mit dem Asterismus Großer Wagen) liegen abseits der Ekliptik. Die meisten auf der Nordhalbkugel sichtbaren Sternbilder liegen demnach auf oder nördlich der Ekliptik.

Alle zwölf Zeichen nehmen einen eigenen 30 Bogengrad langen Abschnitt des Vollkreises ein, wobei benachbarte Zeichen nahtlos ineinander übergehen.

Es sei angemerkt, dass das Sternzeichen Waage (Libra) zwischen den beiden Sternbildern Skorpion (Scorpio) und Jungfrau (Virga) steht. Allerdings ist das Sternbild Waage recht klein und vergleichsweise unscheinbar. Im Altertum wurde es noch den beiden Scheren des Spinnentieres im Sternbild Skorpion zugeordnet. Es entspricht dem 16. Mondhaus *Azobene* (zu deutsch *die beiden scheren*) des antiken astronomischen Ekliptiksystems *Manazil al-Qamar*, das insgesamt 28 Sterngruppen ausweist.

Erst die Perser und Babylonier führten zwölf Sternzeichen und die regelmäßige Winkelstruktur auf der Ekliptik mit gleichgroßen Segmenten mit jeweils 30 Bogengrad ein. Es ist nicht überliefert, ob und welche Sternbilder in welchen Konstellationen vor 4500 Jahren in Gebrauch waren.

7.5.5 Bedeutung der Zwölf in Religionen

Die Zahl Zwölf taucht in vielen religiösen Überlieferungen auf. Allein in der deutschsprachigen Einheitsübersetzung der Bibel von 2016 ist das Zahlwort mehrere hundert Mal zu finden, wie zum Beispiel im Alten Testament bei der Erwähnung der "zwölf Steinmale für die zwölf Stämme Israels" im **Buch Exodus** (Kapitel 24, Vers 4)^[16] oder die "zwölf Männer" und die "zwölf Steine" im Buch Josua (Kapitel 4)^[17]. An vielen weiteren Stellen wird darauf mehr oder weniger direkt Bezug genommen.

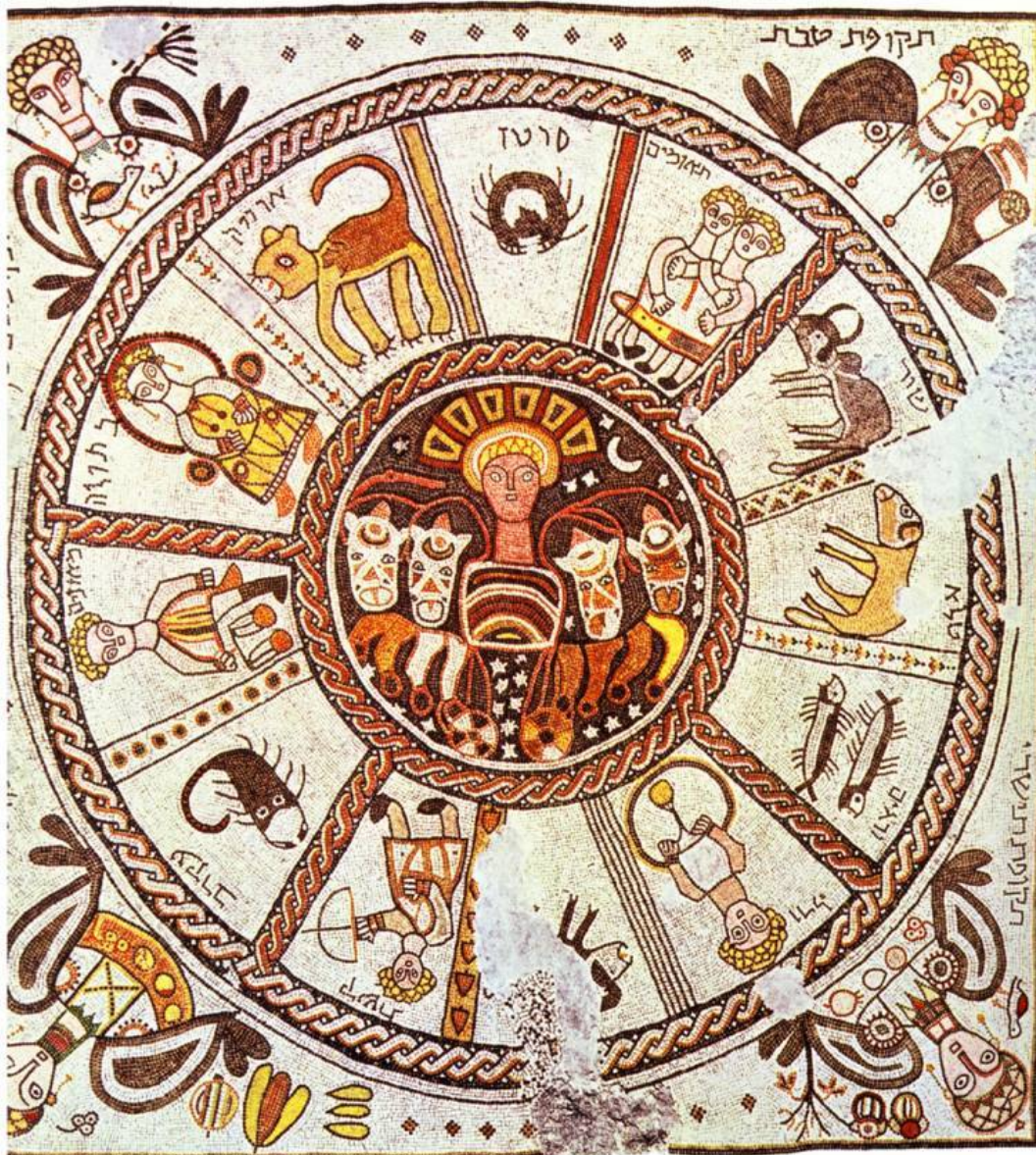


Abb. 172 Byzantinisches Mosaik des Zodiaks aus dem 6. Jahrhundert in der Beth Alpha Synagoge im Norden von Israel.

Die zwölf Stämme Israels gehen auf die zwölf Söhne Jakobs zurück:^[18]

Die zwölf Söhne Jakobs	
Nummer	Name
1	Ruben
2	Simeon
3	Levi
4	Juda

Die zwölf Söhne Jakobs	
5	Dan
6	Naftali
7	Gad
8	Ascher
9	Issachar
10	Sebulon
11	Josef
12	Benjamin

Aus astronomischer Sicht ist die Stelle der Beschreibung eines gegossenen Meeres im neu gebauten Tempel im vierten Kapitel des **2. Buchs der Chronik** besonders interessant. Zunächst wird das Verhältnis von 30 zu 10 als eine Näherung der Kreiszahl π angegeben:

Das Meer maß zehn Ellen von einem Rand zum andern, war völlig rund ... Eine Schnur von dreißig Ellen konnte es rings umspannen.

Danach heißt es:

*Das Meer stand auf **zwölf** Rindern. Von ihnen schauten drei nach Norden, drei nach Westen, drei nach Süden und drei nach Osten.*

Im Neuen Testament tauchen dann beispielweise die zwölf Jünger auf, die in Bezug zu den zwölf Stämmen Israels zu sehen sind. In der **Apostelgeschichte** werden diese entsprechend erwähnt:

- Kapitel 1: "zwölf Apostel"
- Kapitel 2 ("Die Wahl der Sieben"): "Die Zwölf"
- Kapitel 7 ("Die Rede des Stephanus"): "zwölf Patriarchen"

Eine besondere Mystik besteht im letzten Buch der Bibel, in der **Offenbarung des Johannes** (Apokalypse), wo häufig auf die Zahl Zwölf referiert, wie beispielsweise in den folgenden Kapiteln:

- Kapitel 7: *"Es waren hundertvierundvierzigtausend aus allen Stämmen der Söhne Israels, die das Siegel trugen."* Die Zahl 144000 lässt sich in die Faktoren 12 und 12000 zerlegen, da jeweils 12000 Menschen aus den **zwölf Stämmen Israels** vertreten sind.
- Kapitel 12 ("Die Frau und der Drache"): *"Dann erschien ein großes Zeichen am Himmel: eine Frau, mit der Sonne bekleidet; der Mond war unter ihren Füßen und ein Kranz von **zwölf Sternen** auf ihrem Haupt."*
- Kapitel 21 ("Das neue Jerusalem"): *"Die Stadt hat eine große und hohe Mauer mit **zwölf Toren** und **zwölf Engeln** darauf. Auf die Tore sind Namen geschrieben: die Namen der **zwölf Stämme** der Söhne Israels. Im Osten hat die Stadt drei Tore und im Norden drei Tore und im Süden drei Tore und im Westen drei Tore. Die Mauer der Stadt hat **zwölf Grundsteine**; auf ihnen stehen die **zwölf Namen** der **zwölf Apostel** des Lammes."*
- Kapitel 22 (Epilog): *"Und er zeigte mir einen Strom, das Wasser des Lebens, klar wie Kristall; er geht vom Thron Gottes und des Lammes aus. Zwischen der Straße der Stadt und dem Strom, hüben und drüben, steht ein Baum des Lebens. **Zwölfmal** trägt er Früchte, jeden Monat gibt er seine Frucht; und die Blätter des Baumes dienen zur Heilung der Völker."*

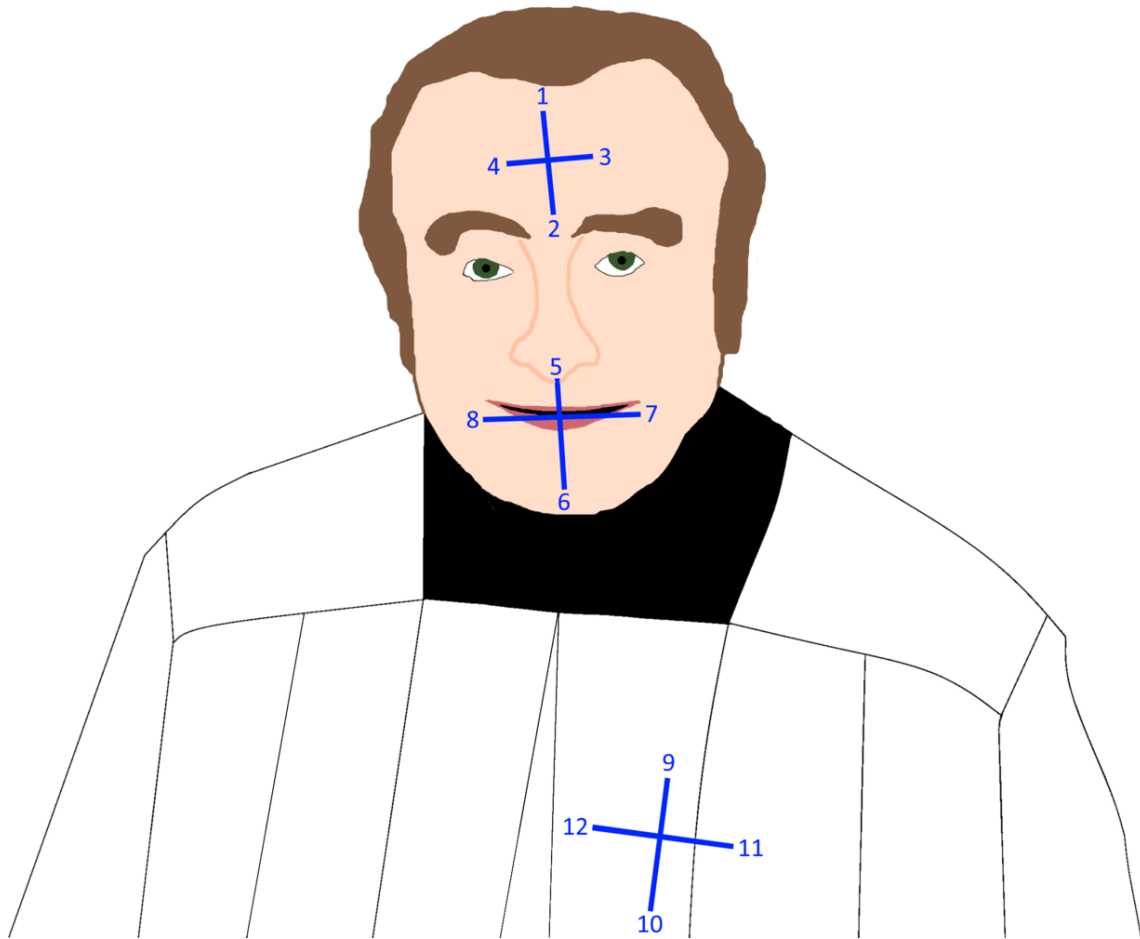


Abb. 173 Reihenfolge der zwölf Endpunkte beim kleinen dreifachen Kreuzzeichen.

Beim **kleinen dreifachen Kreuzzeichen** werden in der katholischen Liturgie mit dem Daumen der rechten Hand insgesamt drei Kreuze gezeichnet, um an menschliche Tätigkeiten zu erinnern und Gottes Segen dafür zu erbitten:

- Das erste auf die Stirn, für das Denken und Glauben.
- Das zweite auf die Lippen, für das Sprechen und Verkündigen.
- Das dritte auf das Herz, für das Handeln und Fühlen.

Hierbei ist folgendes zu bemerken: Es gibt **ein** Kreuz,

- das aus **zwei** senkrechten Linien besteht,
- das **drei** Mal gezeichnet wird,
- das jeweils **vier** Endpunkte hat.

Es werden dabei insgesamt

- **sechs** Linien gezeichnet,
- **sechs** Silben gesprochen („Eh-re sei dir, o Herr“),
- **zwölf** Endpunkte markiert.

7.6 Zur Neunzehn

Der **Meton-Zyklus** umfasst genau neunzehn tropische Jahre.

→ Siehe Kapitel **Mondzyklen** / Abschnitt **Meton-Zyklus**¹⁵.

7.7 Zur 27, 28, 29 und 30

Die drei Zahlen 27 bis 30 beschreiben die Länge von verschiedenen **Mondzyklen** in Tagen:

- Beim Erreichen der gleichen Stelle am Fixsternhimmel (siderischer Monat) beziehungsweise der gleichen ekliptikalen Breite (drakonitischer Monat):
 - **27 Tage**: Abgerundete Länge eines siderischen oder drakonitischen Monats / Anzahl der indischen Mondhäuser.
 - **28 Tage**: Aufgerundete Länge eines siderischen oder drakonitischen Monats / Anzahl der beduinischen Mondhäuser.
- Beim Erreichen der gleichen Mondphase (synodischer Monat):
 - **29 Tage**: Abgerundete Länge eines synodischen Monats.
 - **30 Tage**: Aufgerundete Länge eines synodischen Monats.

→ Siehe Kapitel **Mondzyklen**¹⁶.

→ Siehe Kapitel **Konjunktionen** / Abschnitt **Mondhäuser**¹⁷.

¹⁵ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Mondzyklen#Der_Meton-Zyklus

¹⁶ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Mondzyklen

¹⁷ https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Konjunktionen#Mondh%C3%A4user

7.8 Tonsysteme

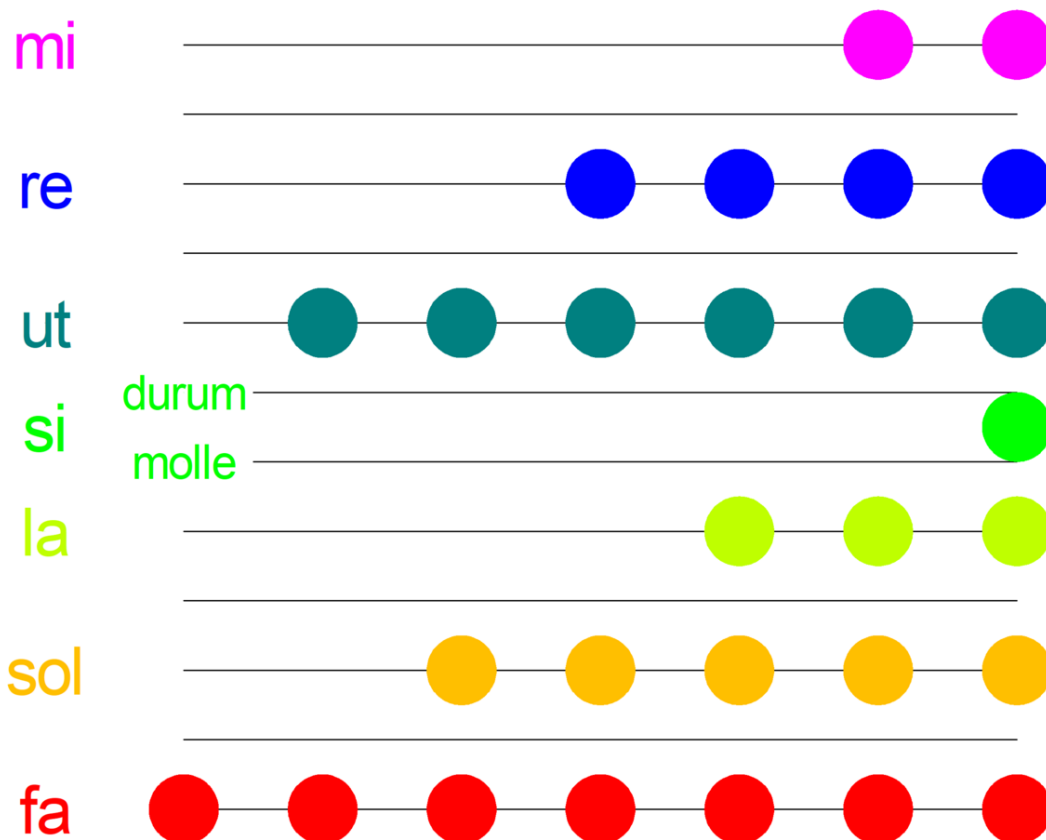


Abb. 174 Heptachord bestehend aus sieben Quinten.

Die **Vier**, die **Sieben** und die **Zwölf** spielen auch schon in der antiken und der mittelalterlichen Musik eine besondere Rolle. Auch das Tonsystem der Musik wird mit universellen, kosmischen und göttlichen Systemen und Zahlenverhältnissen in Verbindung gebracht und wurde sogar damit begründet. Nach der Legende von *Pythagoras in der Schmiede* soll Pythagoras von Samos dieses Tonsystem anhand der von ihm entdeckten **vier pythagoreischen Töne** c - f - g - c' entwickelt haben.

→ Siehe auch Wikibook **Pythagoras in der Schmiede**¹⁸.

Das im Mittelalter ausgebildete Tonsystem umfasst die nach den Anfangsilben der ersten Verse des Johannes-Hymnus benannten **sieben Töne** ut - re - mi - fa - sol - la - si, die den heutigen sieben Tonbezeichnungen c - d - e - f - g - a - h entsprechen und in der C-Dur- und a-moll-Tonleiter Verwendung finden.

Eine solche diatonische Tonleiter (von altgriechisch διάτονος, diátonos, „durch Ton“) entsteht, wenn **sieben** aufeinanderfolgende reine Quinten im Frequenzverhältnis drei zu zwei gebildet werden. Erst mit dem siebenten Ton entsteht in den Tonraum einer Oktave trans-

¹⁸ https://de.wikibooks.org/wiki/Pythagoras_in_der_Schmiede

poniert eine kontinuierliche Tonreihe, die auch Heptachord (siebensaitig) genannt wird. Der letzte hinzukommende Ton "si" kann vom vorletzten Ton der Reihe als reine Quinte nach oben hoch oder hart notiert werden (si durum = hartes h) oder von ersten Ton der Reihe in der reinen Quinte nach unten als tief oder weich notiert werden (si molle = weiches h).

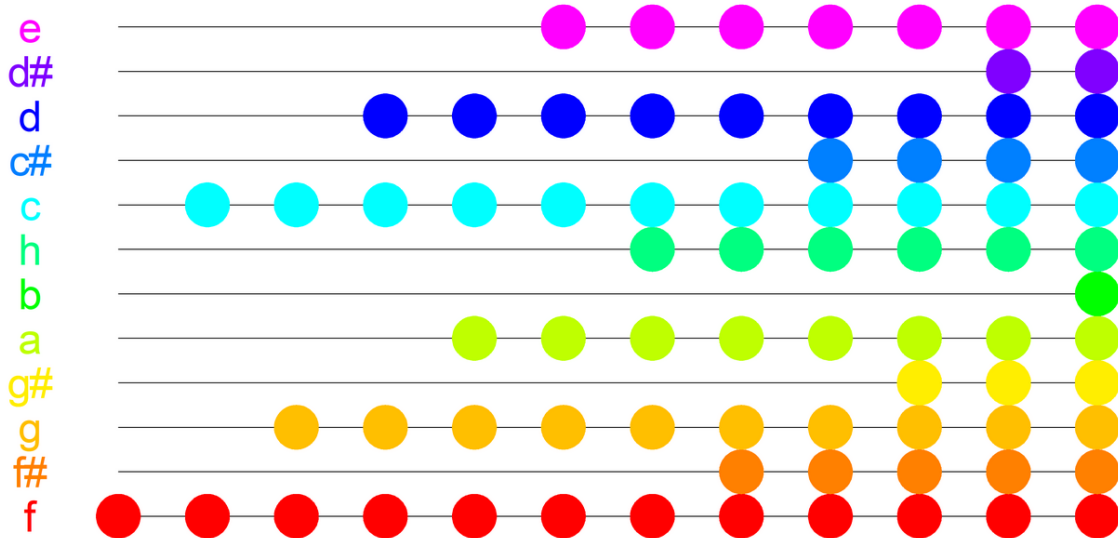


Abb. 175 Dodekachord bestehend aus zwölf Quinten.

Wird die Reihe fortgesetzt, ergibt sich erst nach **zwölf** Quinten wieder eine kontinuierliche Tonreihe, die auch Dodekachord (zwölfsaitig) genannt werden kann und bei der es sich um eine chromatische Tonleiter mit den zwölf Tönen c - cis - d - dis - e - f - fis - g - gis - a - b - h handelt.

Sieben Oktaven entsprechen in diesem System fast genau **zwölf reinen Quinten**.

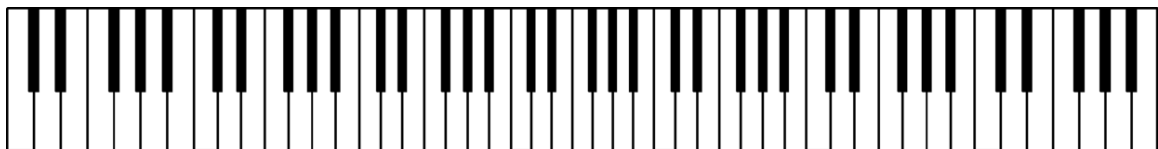


Abb. 176 Die 85 Tasten einer Klaviatur, die insgesamt sieben Oktaven übereinander respektive zwölf Quinten übereinander umfassen.

Die 88 Tonhöhen bei einem Klavier vom höchsten (rechts, fünfgestrichenes c) zum tiefsten Ton (links, subkontra A) als chromatische Tonleiter gespielt (drei Töne mehr, als in der Skizze darüber dargestellt).

Sieben reine Oktaven entsprechen siebenmal einer Verdopplung der Grundfrequenz, also insgesamt dem Faktor $N_{Ok,7}$:

$$N_{Ok,7} = 2^7 = 128$$

Zwölf reine Quinten entsprechen zwölfmal einer Veranderthalbfachung der Grundfrequenz, also insgesamt dem Faktor $N_{Qu,12}$:

$$N_{Qu,12} = \left(\frac{3}{2}\right)^{12} = \frac{3^{12}}{2^{12}} = \frac{531441}{4096} \approx 129,743$$

Bei reiner Stimmung ergibt sich zwischen sieben Oktaven und zwölf Quinten demnach eine kleine Abweichung, die **pythagoreisches Komma** κ genannt wird und etwas weniger als dem Viertel eines Halbtons also einem Frequenzverhältnis von zirka 1,0146 entspricht:

$$\kappa = \frac{N_{Qu,12}}{N_{Ok,7}} = \frac{531441}{4096 \cdot 128} = \frac{531441}{524288} \approx 1,01366$$

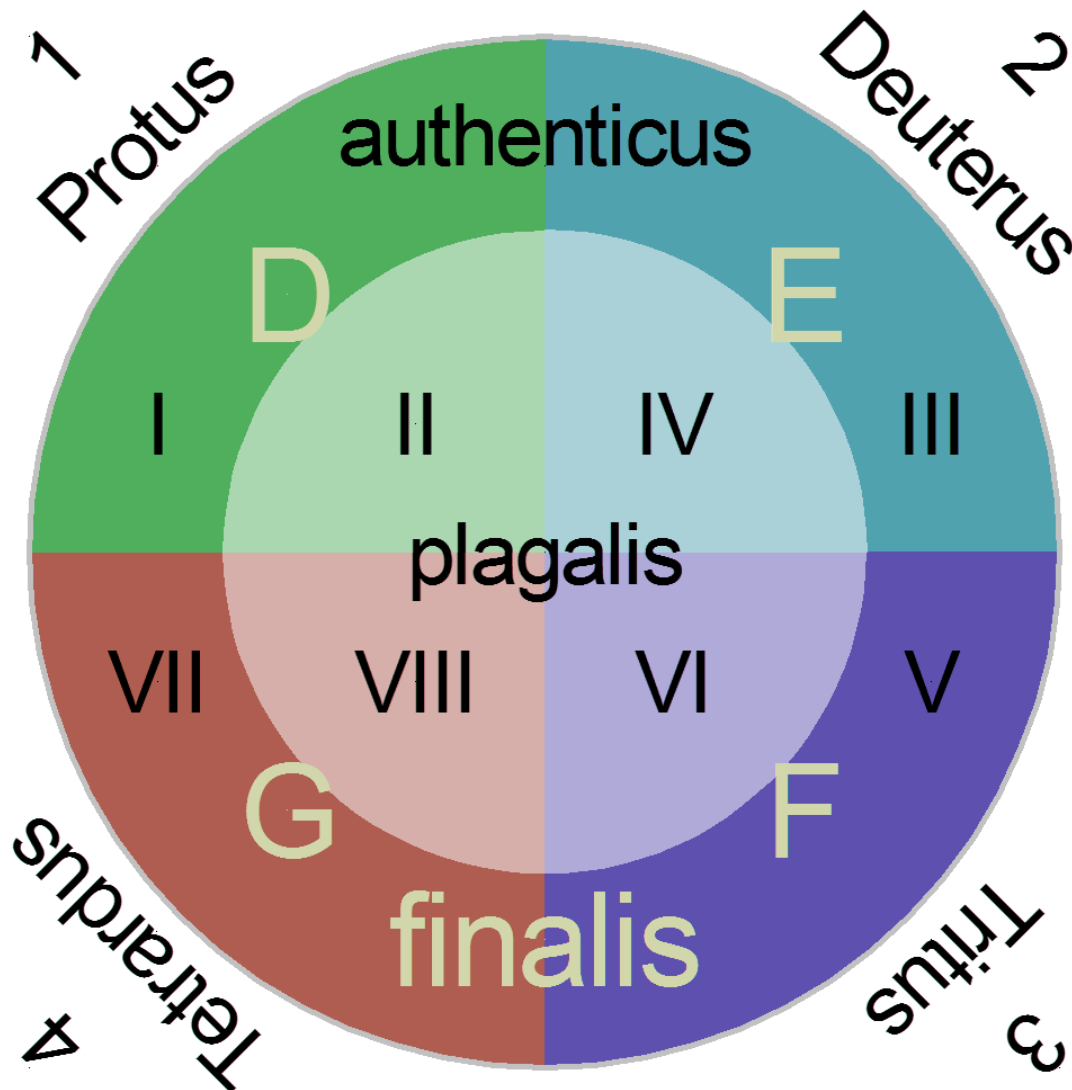


Abb. 177 Die vier Hauptkirchentonarten Protus, Deuterus, Tritus und Tetrardus mit ihrem jeweiligen Schlusston D, E, F und G (Finalis) und den beiden jeweiligen insgesamt acht Varianten "authenticus" (I., III., V. und VII. Ton) und "plagalis" (II., IV., VI. und VIII. Ton).

In der Tradition des mittelalterlichen gregorianischen Gesangs, der auf diese Wurzeln zurückgeht, haben sich die **vier Hauptkirchentonarten** Protus (dorisch), Deuterus (phrygisch), Tritus (lydisch) und Tetrardus (mixolydisch) in jeweils **zwei Varianten** (**authentisch** und **plagal**) herausgebildet. Den plagalen Varianten wird häufig das Präfix "hypo" vorangestellt (hypodorisch, hypophrygisch, hypolydisch und hypomixolydisch).

In der Neuzeit hat sich aus dem System der Kirchentonarten mit dem dualen, dur-molltonalen Tonsystem die **Zwölftonreihe** c - cis - d - es - e - f - fis - g - as - a - b - h entwickelt.

→ Siehe hierzu auch unter "Zwölftonmotiv" im Abschnitt **Also sprach Zarathustra**¹⁹.

Zwei Töne ergeben ein Intervall, und **drei Töne** ergeben einen Akkord. Sowohl Moll- als auch Dur-**Dreiklänge** können vermindert oder übermäßig gemacht werden.

→ **Dialog über das Tonsystem zwischen dem Meister Anteus und seinem Schüler Tiro**²⁰

7.9 Einzelnachweise

1. Offenbarung, Kapitel 4, Vers 6 und 7²¹, bibleserver.com, Einheitsübersetzung
2. Richard Anthony Proctor: *Light Science for Leisure Hours - Familiar Essays on Scientific Subjects, Natural Phenomena*, 3rd Series, page 9 and 10, Longmans, Green, and Co., London, 1886
3. Edmond Halley: *Observations of the late total eclipse of the sun on the 22d of April last past, made before the Royal Society at their house in Crane Court in Fleet-street*, Philosophical Transactions, Volume 29, Issue 343, Chapter III., pages 245 to 262, London, 1717
4. *Real-Encyclopädie für protestantische Theologie und Kirche*, 17. Band, Wilhelm Lotz : Kapitel *Woche*, Seite 255, Johann Conrad Hinrichs'sche Buchhandlung, Leipzig, 1886
5. Kurt Aram: Das babylonische Weltbild²², in: *Magie und Zauberei in der alten Welt*, Deutsche Buch-Gemeinschaft, 1927
6. Die Deutung der Träume Pharaos²³, Kapitel 41, Verse 26 und 27 im Buch Genesis, Einheitsübersetzung
7. Genesis, Kapitel 7²⁴, Einheitsübersetzung
8. Das Heiligtum und seine Geräte²⁵, Kapitel 25, Vers 37 im Buch Exodus, siehe auch Dienst am siebenarmigen Leuchter²⁶, Kapitel 4 im Buch Numeri, Einheitsübersetzung
9. Kapitel 23, Vers 1 im Buch Numeri²⁷, Einheitsübersetzung
10. Opfer und Feste²⁸, Kapitel 28 im Buch Numeri, Einheitsübersetzung

19 https://de.wikibooks.org/wiki/Till_Eulenspiegels_lustige_Serie#Also_sprach_Zarathustra

20 https://de.wikibooks.org/wiki/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Zahlen/_Anteus/_Tonsystem

21 <https://www.bibleserver.com/EU/Offenbarung4,6>

22 <https://www.projekt-gutenberg.org/aram/magie/chap006.html>

23 <https://www.bibleserver.com/EU/1.Mose41>

24 <https://www.bibleserver.com/EU/1.Mose7>

25 <https://www.bibleserver.com/EU/2.Mose25%2C37>

26 <https://www.bibleserver.com/EU/4.Mose8>

27 <https://www.bibleserver.com/EU/4.Mose23>

28 <https://www.bibleserver.com/EU/4.Mose28>

11. Einnahme Jerichos²⁹, Kapitel 6 im Buch Josua
12. Die großen Feste³⁰, Kapitel 45 im Propheten Hesekiel, Einheitsübersetzung
13. Vergleiche auch Buch Numeri, Kapitel 23³¹, Einheitsübersetzung
14. Die blinden Jünger³², Kapitel 8 im Markusevangelium, Einheitsübersetzung
15. Offenbarung des Johannes³³, Einheitsübersetzung
16. Buch Exodus (Kapitel 24)³⁴
17. Buch Josua (Kapitel 4)³⁵
18. Genesis (Kapitel 35, Vers 22 bis 27)³⁶

29 <https://www.bibleserver.com/EU/Josua6%2C4>

30 <https://www.bibleserver.com/EU/Hesekiel45>

31 <https://www.bibleserver.com/EU/4.Mose23>

32 <https://www.bibleserver.com/EU/Markus8>

33 <https://www.bibleserver.com/EU/Offenbarung1>

34 <https://www.bibleserver.com/EU/2.Mose24>

35 <https://www.bibleserver.com/EU/Josua4>

36 <https://www.bibleserver.com/EU/Gen35,22-27>

8 Anhang

8.1 Java-Programm zur Berechnung der ekliptikalen Koordinaten von Mond und Sonne

Das im folgenden aufgeführte Java-Programm verwendet die Formelsätze aus dem Buch *Astronomie mit dem Personal Computer* von Oliver Montenbruck und Thomas Pfleger von 1989.^[1]

```
/*
  Source file: EkliptikaleKoordinatenMondSonne.java
  Program: Bestimmung der ekliptikalen Koordinaten von Sonne und Mond
  Author: Markus Bautsch
  Licence: public domain
  Date: 23 Juni 2020
  Version: 1.0
  Programming language: Java
*/

// Diese Klasse dient zur Berechnung der ekliptikalen Koordinaten von Sonne und
// Mond
// für den Zeitpunkt t eines Julianischen Datums in Julianischen Jahrhunderten
// der Standarddepoche J2000.
// Aus den ekliptikalen Längen von Mond und Sonne können Mondphase und Mondalter
// abgeleitet werden.
// Unter Verwendung der Formeln aus: Oliver Montenbruck, Thomas Pfleger:
// 'Astronomie mit dem Personal Computer',
// Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1989, ISBN 978-3-662-05865-7

public class EkliptikaleKoordinatenMondSonne
{
    // Allgemeine Konstanten
    private final static double pi2 = 2 * java.lang.Math.PI; // voller Kreis im
    Bogenmaß
    private final static double kreisInBogengrad = 360; // voller Kreis in
    Bogengrad
    private final static double kreisInBogensekunden = kreisInBogengrad * 60 *
    60; // voller Kreis in in Bogensekunden
    private final static double radProGrad = pi2 / kreisInBogengrad; //
    Umrechnungsfaktor von Bogengrad nach Bogenmaß
    private final static double arc = kreisInBogensekunden / pi2; //
    Umrechnungsfaktor von Bogenmaß nach Bogensekunden

    // Die Methode "fractionPart" berechnet die dezimalen Nachkommastellen des
    Parameters "zahl"
    public static double fractionPart (double zahl)
    {
        double fractionPart = zahl - java.lang.Math.floor (zahl);
        return fractionPart;
    }

    // Die Methode "mittlereAnomalieSonne" berechnet die mittlere Anomalie der
    Sonne zum Zeitpunkt "t".
    public static double mittlereAnomalieSonne (double t)
    {
```



```
        double mittlereAnomalieSonne = pi2 * fractionPart (0.99312619 +
99.99735956 * t - 0.00000044 * t * t);
        return mittlereAnomalieSonne;
    }

    // Die Methode "mittlereAnomalieMond" berechnet die mittlere Anomalie des
Mondes zum Zeitpunkt "t".
    public static double mittlereAnomalieMond (double t)
    {
        double anomalieMond = pi2 * fractionPart (0.37489701 + 1325.55240982 * t
+ 0.00002565 * t * t);
        return anomalieMond;
    }

    // Die Methode "mittlereElongationMond" berechnet die mittlere Elongation
des Mondes,
// also die Differenz der mittleren Längen von Sonne und Mond, zum Zeitpunkt
"t".
    public static double mittlereElongationMond (double t)
    {
        double mittlereElongationMond = pi2 * fractionPart (0.82736186 +
1236.85308708 * t - 0.00000397 * t * t);
        return mittlereElongationMond;
    }

    // Die Methode "mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten" berechnet den
mittleren Abstand des Mondes
// vom aufsteigenden Knoten zum Zeitpunkt "t".
    public static double mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten (double t)
    {
        double mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten = pi2 * fractionPart
(0.25909118 + 1342.22782980 * t - 0.00000892 * t * t);
        return mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten;
    }

    // Die Methode "korrekturLaengeMond" berechnet die Korrektur für die
ekliptikale Länge des Mondes zum Zeitpunkt "t".
    public static double korrekturLaengeMond (double t)
    {
        double mittlereAnomalieSonne = mittlereAnomalieSonne (t);
        double mittlereAnomalieMond = mittlereAnomalieMond (t);
        double mittlereElongationMond = mittlereElongationMond (t);
        double mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten =
mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten (t);
        double korrekturLaengeMond =
22640 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieMond)
-4586 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieMond - 2 *
mittlereElongationMond)
+2370 * java.lang.Math.sin (2 * mittlereElongationMond)
+769 * java.lang.Math.sin (2 * mittlereAnomalieMond)
-668 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieSonne)
-412 * java.lang.Math.sin (2 *
mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten)
-212 * java.lang.Math.sin (2 * mittlereAnomalieMond - 2 *
mittlereElongationMond)
-206 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieMond +
mittlereAnomalieSonne - 2 * mittlereElongationMond)
+192 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieMond + 2 *
mittlereElongationMond)
-165 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieSonne - 2 *
mittlereElongationMond)
+148 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieMond -
mittlereAnomalieSonne)
-125 * java.lang.Math.sin (mittlereElongationMond)
-110 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieMond +
mittlereAnomalieSonne)
```

```

        -55 * java.lang.Math.sin (2 *
mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten - 2 * mittlereElongationMond);
        return korrekturLaengeMond;
    }

    // Die Methode "ekliptikaleLaengeMond" berechnet die ekliptikale Länge des
Mondes zum Zeitpunkt "t".
    public static double ekliptikaleLaengeMond (double t)
    {
        double mittlereLaengeMond = fractionPart (0.60643382 + 1336.85522467 * t
- 0.00000313 * t * t); // im Bogenmaß
        double differenzLaengeMond = korrekturLaengeMond (t) /
kreisInBogensekunden;
        double ekliptikaleLaengeMond = pi2 * fractionPart (mittlereLaengeMond +
differenzLaengeMond) / radProGrad;
        return ekliptikaleLaengeMond;
    }

    // Die Methode "ekliptikaleBreiteMond" berechnet die ekliptikale Breite des
Mondes zum Zeitpunkt "t".
    public static double ekliptikaleBreiteMond (double t)
    {
        double mittlereAnomalieSonne = mittlereAnomalieSonne (t);
        double mittlereAnomalieMond = mittlereAnomalieMond (t);
        double mittlereElongationMond = mittlereElongationMond (t);
        double mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten =
mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten (t);
        double differenzLaengeMond = korrekturLaengeMond (t);

        // Korrektur element S
        double s =
            mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten +
            (
                differenzLaengeMond + 412 * java.lang.Math.sin (2 *
mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten)
                + 541 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieSonne)
            ) / arc;

        // Korrektur element H
        double h = mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten - 2 *
mittlereElongationMond;

        // Korrektur element N
        double n =
            -526 * java.lang.Math.sin (h)
            +44 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieMond + h)
            -31 * java.lang.Math.sin (-mittlereAnomalieMond + h)
            -23 * java.lang.Math.sin (mittlereAnomalieSonne + h)
            +11 * java.lang.Math.sin (-mittlereAnomalieSonne + h)
            -25 * java.lang.Math.sin (-2 * mittlereAnomalieMond +
mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten)
            +21 * java.lang.Math.sin (-mittlereAnomalieMond +
mittlererAbstandMondAufsteigenderKnoten);

        double ekliptikaleBreiteMond = (18520 * java.lang.Math.sin (s) + n) /
arc / radProGrad;
        return ekliptikaleBreiteMond;
    }

    // Die Methode "ekliptikaleLaengeSonne" berechnet die ekliptikale Länge der
Sonne zum Zeitpunkt "t".
    public static double ekliptikaleLaengeSonne (double t)
    {
        double anomalieSonne = mittlereAnomalieSonne (t);
        double differenzLaengeSonne =
            6893 * java.lang.Math.sin (anomalieSonne)

```

```
        + 72 * java.lang.Math.sin (2 * anomalieSonne);
double laenge =
    0.7859453
    + anomalieSonne / pi2
    + (6191.2 * t + differenzLaengeSonne) / kreisInBogensekunden;
double ekliptikaleLaengeSonne =
    pi2 * fractionPart (laenge) / radProGrad;
return ekliptikaleLaengeSonne;
}

// Die Methode "mondphase" berechnet die Phase des Mondes zum Zeitpunkt "t"
in Prozent.
public static double mondphase (double t)
{
    double elongation = ekliptikaleLaengeMond (t) - ekliptikaleLaengeSonne
(t);
    double sinElongation = java.lang.Math.sin (elongation * radProGrad / 2);
    double mondphase = 100 * sinElongation * sinElongation;
    return mondphase;
}

// Die Methode "mondalter" berechnet das Alter des Mondes zum Zeitpunkt "t"
in Bogengrad.
public static double mondalter (double t)
{
    double mondalter = ekliptikaleLaengeMond (t) - ekliptikaleLaengeSonne
(t);
    while (mondalter < 0)
    {
        mondalter = mondalter + kreisInBogengrad;
    }
    return mondalter;
}

// Die Methode "t" berechnet den Zeitpunkt "t" des Julianischen Datums
"julianischesDatum" in Bezug zur Standardepoeche J2000.
public static double t (double julianischesDatum)
{
    final double bezugsdatum = 2451545; // Julianisches Bezugsdatum der
Standardepoche J2000
    final double julianischesJahrhundert = 36525; // Anzahl der Tage in
einem Julianischen Jahrhundert
    double t = (julianischesDatum - bezugsdatum) / julianischesJahrhundert;
    return t;
}

// Die Methode "main" dient zum Aufruf des Programms
public static void main (java.lang.String [] arguments)
{
    double julianischesDatum = 2458992.237; // 22. Mai 2020, 19:41:17 h:m:s
MESZ
    double t = t (julianischesDatum);
    java.lang.System.out.println ("Julianisches Datum = " +
julianischesDatum);
    java.lang.System.out.println ("Ekliptikale Länge der Sonne = " +
ekliptikaleLaengeSonne (t) + "°");
    java.lang.System.out.println ("Ekliptikale Länge des Mondes = " +
ekliptikaleLaengeMond (t) + "°");
    java.lang.System.out.println ("Ekliptikale Breite des Mondes = " +
ekliptikaleBreiteMond (t) + "°");
    java.lang.System.out.println ("Mondphase = " + mondphase (t) + "%");
    java.lang.System.out.println ("Mondalter = " + mondalter (t) + "°");
}
}
```

8.1.1 Einzelnachweise

1. Oliver Montenbruck, Thomas Pflieger: *Astronomie mit dem Personal Computer*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1989, ISBN 978-3-662-05865-7¹

8.2 Dialoge zwischen Anteus und Tiro

Zwischen dem alten Meister **Anteus** und seinem jungen Schüler **Tiro** fand allem Anschein nach an einem nicht näher bekannten Ort im Heiligen Römischen Reich im Spätmittelalter eine Reihe von Dialogen statt, die von einem Unbekannten überliefert wurden. Möglicherweise kommt einer der beiden Beteiligten selbst als Schreiber in Betracht. Die offensichtlich in einem christlichen Kontext stattgefunden habenden Gespräche dürften jedenfalls ein gutes Bild über den damaligen Wissensstand - insbesondere in Bezug auf das Quadrivium - wiedergeben.

Die Beiträge wurden digital ediert und in eine moderne deutschsprachige Form gebracht.

8.2.1 Dialog über den Kalender zwischen dem Meister Anteus und seinem Schüler Tiro

Anteus: Ich grüße dich Tiro! Wie geht es dir heute?

Tiro: Sei begrüßt, Meister Anteus! Es geht mir recht gut, aber viele Fragen treiben mich um – am Tag und in der Nacht. Ich hoffe, dass ich durch deinen Unterricht wieder viele Antworten finden werde.

Anteus: Es gefällt mir, dass du die Antworten nicht nur haben, sondern finden willst. Welche Frage beschäftigt dich denn heute am meisten?

Tiro: Alle Kalender haben Tage, Wochen, Monate und Jahre, aber warum haben wir einen anderen Kalender als die Juden oder die Muslime?

Anteus: Auch bei unserem Kalender gibt es Unterschiede, was den Beginn des Jahres betrifft. Ursprünglich begann das Jahr mit dem März, und daher wurden die Monate nach Juli und August, die nach den Kaisern Julius und Augustus benannt wurden, mit den Nummern sieben, acht, neun und zehn benannt: der September, der Oktober, der November und der Dezember. Der Februar war der letzte und kürzeste Monat des Jahres. Später wurde der Jahresanfang auf den ersten Januar verschoben, und wie du weißt, beginnt unser Kirchenjahr mit dem ersten Adventssonntag, der manchmal am Ende des Novembers und manchmal am Beginn des Dezembers liegt.

Unabhängig davon ist unser Kalender jedoch immer so gestaltet, dass er sich ausschließlich nach der Sonne und ihrem Lauf im Sternenhimmel richtet – wir nennen das einen Sonnenkalender.

Tiro: Und wie ist es bei den Juden?

¹ <https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:ISBN-Suche/9783662058657>

Anteus: Geduld Tiro, bevor ich dir das erkläre, lass uns zunächst den Kalender der Muslime betrachten. Sie haben ihren Kalender so gestaltet, dass er sich ausschließlich nach dem Mond und seinem Lauf um die Erde richtet – dies bezeichnen wir als einen Mondkalender. Und auch die Juden nutzen einen Kalender, bei dem die Monate sich nach dem Mond richten. Zusätzlich richten sich aber die Jahre nach der Sonne – gewissermaßen eine Kombination aus den beiden zuvor genannten Kalendern, also ein Mond-Sonne-Kalender.

Tiro: Soweit ich weiß, haben doch all diese Kalender eine Woche mit sieben Tagen und ein Jahr mit zwölf Monaten. Wo sind denn die Unterschiede?

Anteus: Lieber Tiro, bevor wir uns mit Arithmetik beschäftigen, lass uns mit der Geometrie anfangen. Welche Vielecke lassen sich am einfachsten beschreiben?

Tiro: Ich würde sagen, dass dies Dreiecke und Vierecke sind.

Anteus: Und welches Dreieck und welches Viereck lassen sich am einfachsten konstruieren und beschreiben?

Tiro: Am einfachsten ist es, wenn alle Winkel gleich groß und alle Seiten gleich lang sind. Beim gleichseitigen Dreieck haben alle Winkel sechzig Grad und beim Quadrat haben alle Winkel neunzig Grad.

Anteus: Wie viele Quadrate kann man an einem Punkt nahtlos nebeneinander legen?

Tiro: Vier.

Anteus: Richtig! In diesem Punkt stoßen vier rechte Winkel aneinander, die sich nicht überlappen. Welchen Winkel bilden diese vier Winkel?

Tiro: Vier Mal neunzig Grad sind dreihundertsechzig Grad, das Winkelmaß eines vollen Kreises.

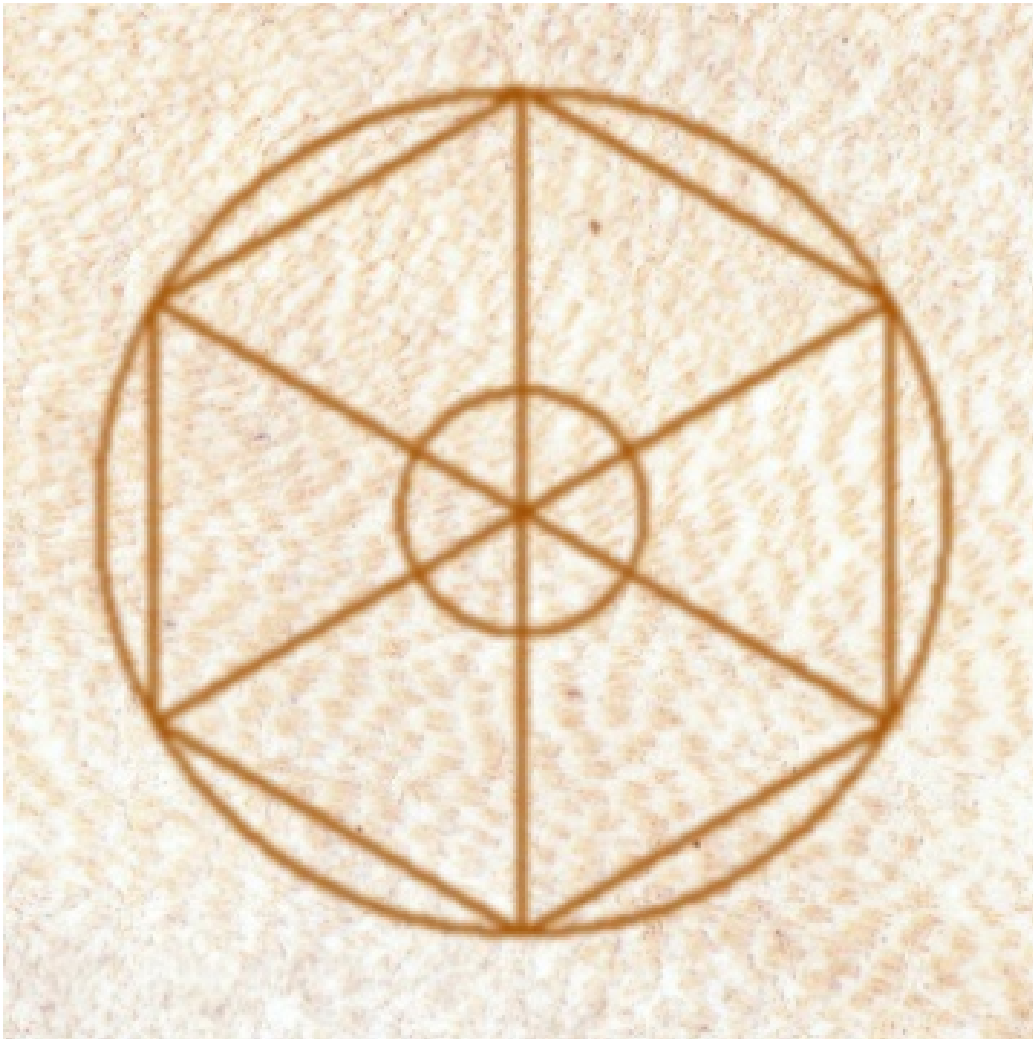


Abb. 178

Anteus: Gleichseitige Dreiecke können auch an einem Punkt nahtlos nebeneinander gelegt werden, wie hier in dieser Zeichnung. Wie viele solcher Dreiecke ergeben in einem solchen Punkt einen vollen Kreis?

Tiro: In diesem Fall sind es sechs, die zusammen ein Sechseck bilden, das innerhalb eines Kreises liegt, dessen Radius den gleichen Wert hat, wie die Seitenlänge der Dreiecke. Der Umfang des Sechsecks beträgt also das Sechsfache der Seitenlänge eines Dreiecks und das Doppelte des Umfangs eines Dreiecks. Die Summe aller sechs Dreieckswinkel in der Mitte beträgt wieder dreihundertsechzig Grad.

Anteus: Ausgezeichnet, Tiro! Ist dir schon einmal aufgefallen, was das Besondere an der Zahl Dreihundertsechzig ist?

Tiro: Es ist eine sehr große Zahl, die ich mir kaum vorstellen kann, denn ich habe noch nie von eins bis zu dieser Zahl gezählt.

Anteus: Habe keine Angst vor solch großen Zahlen, Tiro, denn die Arithmetik wird durch solche Zahlen interessant. Die Arithmetiker untersuchen die Teilbarkeit von Zahlen, sage

mir jetzt, durch welche Zahlen die dreihundertsechzig ohne größere Probleme geteilt werden kann.

Tiro: Die Hälfte beträgt einhundertachtzig, das Drittel beträgt einhundertzwanzig, das Viertel beträgt neunzig, wie der Winkel in einem Rechteck, das Fünftel beträgt zweiundsiebzig, das Sechstel beträgt sechzig, wie die Winkel des gleichseitigen Dreiecks. Das Siebentel kann ich nicht mehr so einfach angeben.

Anteus: Das hast du richtig bemerkt, denn die Sieben ist eine göttliche Zahl, die besonderen Dingen vorbehalten ist – dieses Thema müssen wir jedoch später einmal gründlicher behandeln. Es gibt aber noch weitere teilende Zahlen für die dreihundertsechzig.

Tiro: Stimmt, denn ein Achtel beträgt fünfundvierzig, das Neuntel beträgt vierzig und das Zehntel beträgt sechsunddreißig. Das Elftel macht wieder Probleme, aber dafür geht es auch noch beim Zwölftel, das dreißig ergibt, beim Fünfzehntel, das vierundzwanzig ergibt und beim Achtzehntel, das zwanzig ergibt.

Anteus: Du siehst also, dass die dreihundertsechzig eine Zahl ist, die sehr leicht auf sehr viele verschiedene gleichgroße Teile gebracht werden kann. Das ist sehr nützlich in der Geometrie, aber genauso nützlich in der Arithmetik und auch für Kaufleute, die Ware und Geld teilen müssen.

Tiro: Das sehe ich jetzt ein, aber was hat das mit den Kalendern zu tun?

Anteus: Weißt du, wie viele Tage ein Jahr hat, also die Zeit, in dem die Sonne nach einer Wintersonnenwende die nächste Wintersonnenwende erreicht?

Tiro: Natürlich, Meister Anteus, es sind aber nicht dreihundertsechzig, sondern dreihundertfünfundsechzig Tage.

Anteus: Das ist im Prinzip richtig, allerdings ist es genau genommen ein wenig mehr, so dass wir alle vier Jahre beim letzten Monat des Kalenders des römischen Kaisers Julius, nämlich dem Februar, einen zusätzlichen Tag einschieben. Daraus ergibt sich dann eine Jahresdauer von dreihundertfünfundsechzig Tagen und einem weiteren Vierteltag.

Der Frühlingsbeginn, nach dessen erstem Vollmond unser Osterfest festgelegt wird, hat sich dennoch im Laufe der Jahrhunderte einige Tage in den Winter verschoben, so dass wir uns bald Gedanken machen müssen, wie wir dies ausgleichen, damit wir nicht eines Jahres beim tiefsten Winterfrost die Auferstehung unseres Herrn feiern müssen.

Weißt du denn auch, wie viele Tage nach einem Neumond der zwölfte Neumond folgt?

Tiro: Das kann ich nicht genau sagen, aber von einem Neumond zum nächsten Neumond dauert es immer ungefähr einen Monat, also sind es wohl zwölf Monate.

Anteus: Gott hat es nicht nur beim Jahr, sondern auch bei den Monaten so eingerichtet, dass wir nicht mit ganzen Zahlen rechnen können, denn von einem Neumond zum nächsten sind es genauer betrachtet neunundzwanzig Tage und ein weiterer halber Tag. Bis zum zwölften Neumond sind es damit in der Summe dreihundertvierundfünfzig Tage. Und selbst diese Rechnung ist nicht perfekt, denn auch hier muss alle zwei bis drei Jahre ein ganzer Tag eingefügt werden, damit die Rechnung genau aufgeht.

Tiro: Das heißt also, dass zwölf Monde mit ihren dreihundertvierundfünfzig Tagen um elf Tage früher erreicht sind als ein Jahr mit dreihundertfünfundsechzig Tagen?

Anteus: Wenn du davon ausgehst, dass das Jahr durch den dir bekannten Kalender bestimmt ist, dann ist das vollkommen richtig. Es gibt aber andere Kalender, bei denen dies nicht so ist, wie zum Beispiel bei den Muslimen. Dort dauert ein Jahr genau zwölf Monde, und deswegen verschieben sich die Festtage der Muslime in unserem Jahreskreis in jedem Jahr um genau diese elf Tage.

Tiro: Und woher wissen die Muslime dann, wann sie säen und ernten müssen?

Anteus: Jedenfalls können sie es nicht an einem festen Tag ihres Kalenders tun, da sie dann manches Jahr im Winter und ein anderes Jahr im Sommer säen oder ernten müssten – die Pflanzen würden unter diesen Umständen in unserer Region jedenfalls nicht gedeihen. Muslimische Bauern, die sich an ihrem Kalender orientieren wollen, müssten beachten, dass sie mit jedem ihrer Jahre um die genannten elf Tage später säen und ernten müssen.

Tiro: Und wie haben die Juden dieses Problem gelöst?

Anteus: Bei den Juden dauert ein Monat ebenfalls von einem Neumond zum nächsten Neumond. Damit sie ihr Fest der ungesäuerten Brote immer im Frühling und ihr Fest der Laubhütten immer im Herbst abhalten können, hat ihr Jahr nach bestimmten Regeln alle zwei bis drei Jahre einen zusätzlichen dreizehnten Monat.

Tiro: Sie fügen also nicht einen oder elf Tage, sondern gleich einen ganzen Monat hinzu. Wenn ich es aber richtig sehe, dann hat kein einziger dieser Kalender genau dreihundertsechzig Tage. Was hat das alles also mit deiner geometrischen und arithmetischen Einführung zu tun?

Anteus: Es ist interessant festzustellen, dass die so wunderbar teilbare Zahl Dreihundertsechzig genau zwischen den beiden Tageszahlen der Sonnenjahres und des Mondjahres liegt. Das Mondjahr ist fünf und einen halben Tag kürzer als dreihundertsechzig Tage, und das Sonnenjahr ist fünf und einen halben Tag länger als dreihundertsechzig Tage.

Da das Sonnenjahr länger als dreihundertsechzig Tage ist, ist es übrigens auch möglich, einen Kalender mit zwölf Monaten mit jeweils dreißig Tagen zu benutzen und zusätzlich fünf oder sechs Tage außerhalb dieser Monate hinzuzufügen, um auf die richtige Jahreslänge zu kommen. Diese zusätzlichen Tage werden nach dem Griechischen auch Epagomenen genannt, und ein solcher Kalender wurde zu Verwaltungszwecken von den alten Ägyptern tatsächlich geführt. Die Ägypter kannten jedoch nicht die Göttlichkeit der Zahl Sieben, sie und nutzten daher kleine Wochen mit fünf Tagen, wie die Zahl der Finger an einer Hand, und große Wochen mit zehn Tagen, wie die Zahl der Finger an beiden Händen zusammen, um ihre zwölf Monate mit den jeweils dreißig Tagen zu gliedern.

Das besondere ist aber, dass ein Kreis durch dreihundertsechzig Grad beschrieben werden kann. Weißt du wie der Kreis genannt wird, den die Sonne im Laufe eines Jahres und den der Mond im Laufe eines Monats durchläuft?

Tiro: Es ist der Lebewesenkreis mit seinen zwölf Sternzeichen:

- Der Frühling beginnt mit dem Widder, gefolgt vom Stier und den Zwillingen.
- Der Sommer beginnt mit dem Krebs, gefolgt vom Löwen und von der Jungfrau.
- Der Herbst beginnt mit der Waage, gefolgt vom Skorpion und vom Schützen.
- Der Winter beginnt mit dem Steinbock, gefolgt vom Wassermann und von den Fischen.

Anteus: Richtig, Tiro, und dieser Zodiak hat genauso wie jeder andere Kreis dreihundertsechzig Grad, und somit kann jedes seiner zwölf Zeichen auf diesem Kreis genau dreißig Grad zugeteilt bekommen. Wenn wir wissen, in welchem dieser zwölf Zeichen die Sonne gerade steht, dann können wir sofort angeben, in welchem der zwölf Monate wir uns gerade befinden, ohne einen anderen Kalender führen zu müssen. **Tiro:** Aber wir können die Sonne und die Sterne doch gar nicht gleichzeitig sehen, weil die Sonne viel zu hell ist. Wie sollen wir da erkennen können, vor welchen Sternen die Sonne gerade steht?

Anteus: Wir können es nicht unmittelbar erkennen. Durch das Studium des Laufes der beweglichen Himmelskörper können wir aber mit Hilfe der Geometrie bestimmen, an welchem Teil des festen Sternenhimmels diese sich gerade befinden.

Tiro: Sind denn die Planeten und die Sterne eigentlich überhaupt da, wenn wir sie am Tage gar nicht sehen?

Anteus: Über diese Frage haben sich die Philosophen schon in der Antike den Kopf zerbrochen, genauso wie über die Frage, ob die Himmelskörper noch leuchten, wenn sie im Westen bereits untergegangen und im Osten noch nicht wieder aufgegangen sind. Dabei ist es für unsere Betrachtungen unwichtig, ob sie nur unsichtbar oder sogar unwesentlich sind. Auch wenn wir sie uns nur am richtigen Ort vorstellen, können wir die richtigen Schlussfolgerungen ziehen. Ich weise dich auch darauf hin, dass die Venus, der Merkur und der Mond auch bei Sonnenschein durchaus sichtbar sind.

Zum Abschluss verrate ich dir noch ein Geheimnis: Wenn du vom Grund eines tiefen Brunenschachtes ganz hoch über dir den wolkenlosen Taghimmel betrachtest, kannst du mit ein wenig Glück einen der helleren Sterne vorbeiziehen sehen. Das Tageslicht beeinträchtigt deinen Blick dann nicht, und der Himmel ist an dieser Stelle dunkel genug, um das Sternlicht sehen zu können. Wir können deswegen also beruhigt davon ausgehen, dass die Sterne immer leuchten, auch wenn wir sie nicht sehen können.

Tiro: Ich danke dir, Meister! Das war wieder alles interessant und sehr lehrreich. Ich freue mich jetzt schon auf unsere nächste Begegnung.

Anteus: Und ich freue mich über deine Fragen und darüber, dass du immer so schnell dazulernst.

8.2.2 Dialog über das Tonsystem zwischen dem Meister Anteus und seinem Schüler Tiro

Anteus: Ich grüße dich Tiro! Wie geht es dir heute?

Tiro: Sei begrüßt, Meister Anteus! Das Singen heute Morgen hat mir große Freude bereitet und hat mich froh und zufrieden gemacht. Ich möchte aber gerne erfahren, warum das so ist.

Anteus: Es ist gut, dass du immer so wissbegierig bist. Was meinst du denn, wie wir beide uns diesem Thema am besten nähern sollten?

Tiro: Warum haben wir ausgerechnet sieben verschiedene Töne für unsere Musik?

Anteus: Weil sieben genug sind, um alle menschlichen Gefühle in Melodien auszudrücken, wie beispielsweise Freude und Trauer, Demut und Stolz oder Sehnsucht und Dankbarkeit.

Tiro: Ist aber Stolz nicht eine schlechte Charaktereigenschaft?

Anteus: Ja sicher, aber sollte er deshalb nicht musikalisch ausgedrückt werden können?

Tiro: Wäre die Musik nicht genauso verdorben, wie der Hochmut den sie in Töne setzt?

Anteus: Auch die Furcht ist ein unerfreuliches Gefühl, dennoch kann auch Musik durch unerwartete Wendungen den Menschen in Angst versetzen. Alles, was menschlich ist, kann auch in Musik übertragen werden. Das umfasst die guten Gefühle genauso wie die schlechten.

Tiro: Aber geht das nicht auch mit nur sechs oder mehr als sieben verschiedenen Tönen?

Anteus: Lieber Tiro, die Sieben ist eine göttliche Zahl, die nicht willkürlich vom Menschen festgelegt worden, sondern durch Gottes Wink in die Welt gekommen ist. Woher kennst du die Zahl Sieben aus deinen Studien?

Tiro: Gott schuf die Welt in sieben Tagen, es gibt die sieben freie Künste und der Heilige Geist hat sieben Gaben.

Anteus: Richtig, Tiro! Schon der vierte Ekkehard von Sankt Gallen hatte jeder der sieben freien Künste genau eine Gabe des Heiligen Geistes zugeordnet, weil die Sieben eine göttliche Zahl ist.

Tiro: Und es gibt ja auch noch die sieben Tugenden Glaube, Hoffnung, Liebe, Klugheit, Gerechtigkeit, Tapferkeit und Mäßigung, die sieben Laster Stolz, Geiz, Wollust, Neid, Völlerei, Zorn und Trägheit und die sieben Sakramente Taufe, Buße, Eucharistie, Firmung, Ehe, Priesterweihe und Krankensalbung.

Anteus: Sehr gut, aber warum gibt es sechs Wochentage, die zusammen mit dem Tag des Herrn ebenfalls sieben ergeben?

Tiro: Aus irgendeinem Grund war es Gott wohl wichtig, sechs Tage lang zu arbeiten und einen weiteren heiligen Ruhetag zu halten.

Anteus: Genauso, wie es ihm wichtig war, dass der Mensch von sieben ewig wandelnden Himmelskörpern umgeben ist.

Tiro: Ich kenne aber nur fünf, nämlich die helle Venus, den Jupiter, den Mars, den Merkur und den etwas unscheinbareren Saturn.

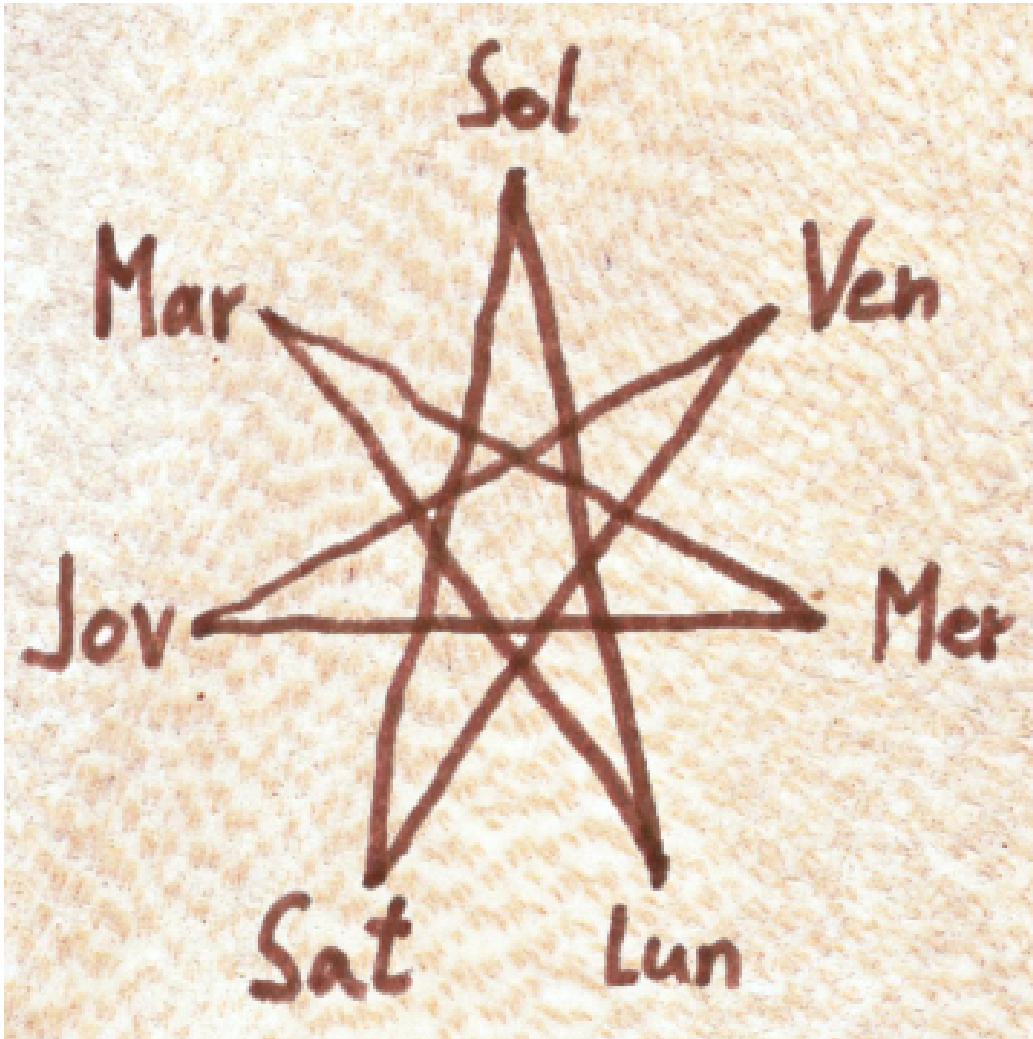


Abb. 179

Anteus: Aber was ist mit dem Mond und der Sonne, laufen sie nicht genauso wie die Planeten über den Himmel. Bloß weil sie heller als die Planeten und groß sind, sollen wir sie nicht mitzählen?

Wenn du alle sieben Wandelgestirne in Richtung ihres Umlaufs auf einem Kreis in die Reihenfolge ihrer Umlaufzeiten bringst, ergibt sich ein Siebeneck, wie hier in dieser Zeichnung. Der Mond umrundet uns innerhalb eines Monats am schnellsten, dann folgen die sonnennahen Planeten, der Merkur und die Venus. Die Sonne braucht ein Jahr und steht oben in der Mitte. Danach folgen die drei langsameren Planeten, der Mars, der Jupiter - er braucht zwölf Jahre für einen Umlauf - und der Saturn. Wenn ich jetzt von der Sonne ausgehend und in unserem Schreibsinn rechtsläufig immer das drittnächste Wandelgestirn mit insgesamt sieben geraden Linien verbinde, ergibt sich ein Heptagramm und eine bestimmte Reihenfolge der Wandelgestirne.

Und wegen dieses siebenzackigen Sterns gibt es den Dies Solis (Sonntag), den Dies Lunae (Montag), den Dies Martis (Dienstag), den Dies Mercurii (Mittwoch), den Dies Jovis (Donnerstag), den Dies Veneris (Freitag) und den Dies Saturni (Samstag) - genau in dieser

Reihenfolge. Du wirst diese Namen für die Wochentage auch in vielen anderen Sprachen der Welt und die Zahl Sieben in vielen weiteren Zusammenhängen wiederfinden.

Tiro: Das kann wirklich kein Zufall sein, aber warum auch in der Musik?

Anteus: Überall, nicht nur auch in der Musik. Denk an den Regenbogen, den wir vor einigen Monaten gemeinsam betrachtet haben. Wie viele Farben konntest du ohne weiteres unterscheiden?

Tiro:

- Rot wie Rubin
- Gelbrot wie Karnerol
- Gelb wie Gold
- Grün wie Smaragd
- Blaugrün wie Türkis
- Blau wie Lapislazuli
- Violett wie Amethyst.

Anteus: Wie viele Farben hast du mir also aufgezählt?

Tiro: Sieben!

Anteus: Ich kannte einen Mann, der bei jedem Ton eine dieser sieben Farben wahrnimmt, und ist nicht auch eine solche Mitempfindung ein göttliches Zeichen?

Tiro: Wie soll das gehen?

Anteus: Das kann ich dir nicht sagen, aber es ist tatsächlich so, dass er sofort hörte, wenn nicht unsere gelb klingende, sondern die grün klingende Glocke angeschlagen wurde. Ich habe das überprüft: er konnte morgens direkt nach dem Aufstehen ohne irgendetwas gehört zu haben, jede unserer Glocken sofort an der Farbe erkennen, die er bei ihrem Klang wahrnahm.

Tiro: Ist dieser Mann also mehr als wir vom göttlichen Wehen umgeben?

Anteus: Das würde ich nicht sagen, denn jeder von uns ist mit seinen eigenen Gaben ausgestattet. Du kannst ohne Mühe richtig singen, einem anderen fällt es leicht, Texte auswendig zu lernen, und dieser Mann konnte Farben von Klängen wahrnehmen.

Tiro: Trotzdem verstehe ich noch nicht, warum es sieben Töne sind. Ich kann mit meiner Stimme jeden beliebigen Ton außerhalb unseres Tonsystems singen, warum darf ich das aber nicht tun?

Anteus: Selbstverständlich darfst du das tun, wenn du willst. Wenn du aber mit anderen Menschen im Einklang musizieren möchtest, müssen sich alle auf ein gemeinsames Tonsystem einigen. Gott hat es bei den Musikinstrumenten so eingerichtet, dass wir mit Flöten, Posaunen und Saiteninstrumenten mehr als einen Grundton erzeugen können. So hat schon in der Antike Pythagoras solche Töne untersucht und einen göttlichen Zusammenhang zwischen den Tonhöhen gefunden. Er hat auch ein System aus zwölf verschiedenen Tönen untersucht, musste aber feststellen, dass dieses System unvollkommen ist.

Tiro: Warum denn?

Anteus: Dazu muss ich ein wenig ausholen: Bei der Untersuchung von konsonanten Klängen fand Pythagoras das erste Naturgesetz überhaupt, das sich auf Zahlenverhältnisse beruft. Danach klingen zwei Töne gut zusammen, wenn ihre Schwingungen in einem möglichst kleinen Verhältnis von ganzen Zahlen stehen. Umgekehrt ergeben andere Zahlenverhältnisse alles andere als einen Wohlklang.

Tiro: Wie hat Pythagoras das herausfinden können?

Anteus: Pythagoras soll an einer Werkstätte vorbeigekommen sein, in der mehrere Handwerker gleichzeitig hämmerten.^[1] Dabei fiel ihm auf, dass vier der Werkzeuge in perfekter Konsonanz klangen und ein fünftes mit keinem der anderen. Als er daraufhin die Handwerker bat, die Werkzeuge zu tauschen, folgten die Konsonanzen den Werkzeugen, und waren also nicht mit den Männern, sondern mit deren Werkzeugen in Verbindung zu bringen. Schließlich ermittelte er die Gewichte der Werkzeuge und fand, dass die konsonant klingenden Werkzeuge die Gewichtsverhältnisse 12 zu 9 zu 8 zu 6 hatten. Das fünfte nicht konsonant klingende Werkzeug hatte ein relatives Gewicht von 8 und einem Halben, also genau zwischen den Werkzeugen mit den Gewichtsteilen 8 und 9. Danach soll er ähnliche Untersuchungen am Monochord gemacht haben, wo er exakt die gleichen Verhältnisse zwischen den Klängen und den Saitenlängen wie zwischen den Klängen und den Gewichten der Werkzeuge fand. Es wird auch berichtet, dass er Flöten mit verschiedenen Rohrlängen untersucht hat, wo er ebenfalls diese Verhältnisse vorfand. Aus der Tatsache, dass klingende Metallwerkzeuge, klingende Darmsaiten und klingende Rohre alle das gleiche Verhalten zeigten, wurde ihm klar, dass dahinter ein universelles und göttlich gegebenes Naturprinzip stecken muss.

Tiro: Und um das herauszufinden, musste Pythagoras erst an einer Werkstätte vorbeikommen? Hätte er das nicht auch direkt mit den Musikinstrumenten herausbekommen können?

Anteus: Sicherlich wäre das möglich gewesen, aber es ist oft so, dass das Naheliegende noch eines Winkes bedarf, bevor es offensichtlich werden kann, und einen solchen göttlichen Wink erhielt Pythagoras durch die Handwerker, denen er begegnete.

Ein Musikant kann allein durch seine Lippen und seinen Atem verschiedene Töne aus seiner Posaune hervorbringen. Ein anderer kann auf seiner Harfe durch das geschickte Berühren einer Saite mit dem Finger, während er mit einem anderen Finger die Saite zupft, höhere Töne hervorbringen. Warum aber diese Töne kommen, ist Musikanten völlig unklar, und sie wissen auch nichts über die Zahlenverhältnisse, die damit im Zusammenhang stehen.

Tiro: Aber was sagen uns nun die vier Zahlen sechs, acht, neun und zwölf?

Anteus: Die Philosophen schauen auf die Verhältnisse zwischen diesen Zahlen. Welche Verhältnisse findest du?

Tiro: Die erste und die letzte verhalten sich wie ein halbes. Die ersten beiden und die letzten beiden verhalten sich wie drei Viertel und die erste und die dritte, sowie die zweite und die letzte verhalten sich wie zwei Drittel. Das hat eine gewisse Symmetrie.

Anteus: Ja, und das ist nicht alles, denn diese Verhältnisse beruhen auf den Grundzahlen zwei, drei und vier, und auch diese Zahlen haben besondere Bedeutungen.

Tiro: Welche meinst du?

Anteus: Es sind sowohl ganz natürliche als auch göttliche Zahlen. Die Zwei steht für das Verhältnis von Mann und Frau. Das Jahr teilt sich in zwei Hälften, bei der einen sind die Tage länger als die Nächte und bei der anderen ist es umgekehrt. Die Hälfte des Monats nimmt der Mond zu und in der anderen Hälfte nimmt er ab. Die Hälfte des Tages ist es hell, die andere ist es dunkel. Es gibt ein Oben und ein Unten, ein Rechts und ein Links und auch ein Vorne und ein Hinten.

Tiro: Und was bedeutet die Drei?

Anteus: Die Drei ist die göttlichste aller Zahlen und steht für die Trinität von Gottvater, Gottsohn und dem Heiligen Geist. Außerdem hat jede Jahreszeit drei Monate.

Tiro: Und es gibt vier Jahreszeiten!

Anteus: Ja, und nicht nur das, sondern auch die vier Mondphasen trennen wir beim Neumond, beim zunehmenden Halbmond, beim Vollmond und beim abnehmenden Halbmond. Außerdem gibt es die vier Himmelsrichtungen Norden, Süden, Osten und Westen, die uns auf Reisen Orientierung geben.

Und vergiss bitte nicht: es gibt auch vier Tonarten:

- Den Protus
- Den Deuterus
- Den Tritus
- Den Tetrardus

Tiro: Die kenne ich natürlich. Aber was hat das alles mit der Zahl Sieben zu tun?

Anteus: In der geistigen Welt verehren wir den dreifaltigen Gott. Die vier Elemente Feuer, Erde, Wasser und Luft sind die Bestandteile unserer irdischen Welt. Am vierten Tag schuf Gott in der himmlischen Welt die Gestirne und mit ihnen auch die sieben veränderlichen Himmelsobjekte.

Die Sieben verbindet also das Göttliche mit dem Irdischen, die Drei und die Vier ergeben in der Summe diese Zahl.

Aber auch mit den vier Mondphasen besteht ein Zusammenhang, denn jeder dieser vier Abschnitte des Monats besteht aus einer Woche mit den sieben Wochentagen, über die wir uns vorhin schon unterhalten hatten.

Tiro: Ich verstehe aber immer noch nicht, warum auch unser System der Töne aus sieben verschiedenen Tönen besteht.

Anteus: Der große Pythagoras hat herausgefunden, dass die Töne, die im Verhältnis zwei zu eins zueinander stehen sich sehr stark gleichen, so dass diese vom Grundsatz her nicht unterschieden werden müssen – wie wenn Knaben und Männer gleichzeitig singen. Daher hat er das nächste Zahlenpaar mit dem größten Verhältnis, nämlich drei und zwei betrachtet und sich gefragt, wie oft das entsprechende Verhältnis angewendet werden muss, damit insgesamt etwas zusammenkommt, das auch mit dem Verhältnis zwei zu eins gebildet werden kann. Er hat berechnet, dass zwölf Anwendungen mit dem Verhältnis drei zu zwei fast so groß sind, wie sieben Anwendungen mit dem Verhältnis zwei zu eins. Wenn also die Konsonanzen durch das Verhältnis drei zu zwei zwölf Mal hintereinander angewendet wird, ergibt sich fast der gleiche Ton, wie wenn die Konsonanzen durch das Verhältnis zwei zu eins sieben Mal angewendet wird.

Tiro: Dann kann diese Zwölftteilung also als sinnvoll und harmonisch angesehen werden.

Anteus: Nein, denn der Zusammenklang der beiden erzielten Töne ist nicht konsonant. Der Unterschied der beiden Töne ist so deutlich, dass es nicht angenehm klingt, wenn sie gemeinsam ertönen.

Tiro: Hat Pythagoras die Zwölftteilung also nur erwogen und dann wegen dieser Unstimmigkeiten wieder verworfen?

Anteus: So muss man das wohl sehen, denn für ihn war es sehr wichtig, dass ein System im Sinne einer vollkommenen kosmischen Harmonie und Universalität gestaltet ist.

Tiro: Kann denn das System mit sieben Tönen aus den Überlegungen von Pythagoras abgeleitet werden, und ist dieses in diesem vollkommenen Sinne gestaltet?

Anteus: Ja! Weniger als sieben Töne mit den Verhältnissen drei zu zwei sind nicht ausreichend, um ein Tonsystem zu bilden, mit dem alle Gefühle in Melodien auszudrücken sind.

Weniger als sieben Töne wären also dem Ethos der verschiedenen Ausprägungen des Systems unserer Kirchentöne nicht hinreichend.

Mehr als sieben Töne bringen die perfekte Harmonie nur in Unordnung, so dass auf mehr als sieben Töne verzichtet werden kann.

Tiro: Ist das eine wirklich universelle Erkenntnis, oder könnte es sein, dass sich irgendwann ein noch besseres System herausbildet, das mit weniger oder mehr Tönen auskommt?

Anteus: Weniger Töne wären nicht genug, um alles, was wir heute schon kennen, in Töne zu setzen. Mehr Töne könnten das Spektrum vielleicht erweitern, aber das würde nach heutigem Erkenntnisstand keinen Mehrwert liefern.

Tiro: Unser Tonsystem hat doch aber neben den sechs Tönen Ut, Re, Mi, Fa, Sol und La noch das Si durum und das Si molle – das sind doch dann zusammen acht und nicht nur sieben Töne!

Anteus: Das Si ist und bleibt ein Si, aber es hat tatsächlich zwei Ausprägungen. Diese dienen aber nur dazu, das Singen einer Melodie ein wenig zu vereinfachen. Viele weniger gute und jüngere Schüler als du sind gar nicht in der Lage, zwischen dem hohen Si durum und dem niedrigen Si molle zu unterscheiden. Diese beiden zählen nur als ein Ton mit zwei unwesentlichen Schattierungen. Es bleibt also trotz dieser kleinen Farbabweichung zwischen dem Si durum und dem Si molle bei insgesamt sieben wesentlichen Tönen.

Tiro: Ich danke dir, Meister! Das tiefere Verständnis dieser Beziehungen wird mich beim Singen bestimmt beflügeln. Ich freue mich jetzt schon auf das nächste Gespräch mit dir.

Anteus: Und ich freue mich immer über deine Fragen und deine Gelehrigkeit.

Anmerkungen

1. Anmerkung: siehe auch Wikibook Pythagoras in der Schmiede²

² https://de.wikibooks.org/wiki/Pythagoras_in_der_Schmiede

8.2.3 Dialog über die Vierfalt zwischen dem Meister Anteus und seinem Schüler Tiro

Anteus: Ich grüße dich Tiro! Wie geht es dir?

Tiro: Sei begrüßt, Meister Anteus! Ich fühle mich ausgeschlafen, aber vor dem Einschlafen stellen sich mir immer neue Fragen, auf die ich keine Antworten weiß. Kannst du mir wieder einmal bei der Beantwortung helfen?

Anteus: Dafür bin ich da, und ich werde wie auch sonst immer alles versuchen, dir dabei behilflich zu sein. Welche Frage hat dich denn gestern vor dem Einschlafen beschäftigt?

Tiro: Warum haben wir vier verschiedene Evangelien, würde uns nicht auch nur ein einziges völlig genügen?

Anteus: Eine ausgezeichnete Frage, die ich mit dir gerne wie üblich von den Wurzeln her betrachten möchte.

Tiro: Wir gehen also zurück bis zu den Lebzeiten der Verfasser der Evangelien?

Anteus: Nein, Tiro, wir werden noch weiter zurück gehen müssen, um die Antworten besser verstehen zu können.

Tiro: Bis in die Zeit des babylonischen Exils?

Anteus: Nein, noch viel weiter.

Tiro: Also bis zu Mose und den zehn Geboten?

Anteus: Das erste Gebot beginnt mit den Worten: „Ich bin der Herr, dein Gott.“ Aber lass uns noch weiter zurück bis an den allerersten Anfang zurückkehren, Tiro. Das Evangelium von Johannes beginnt mit dem Vers: „Im Anfang war das Wort, und das Wort war bei Gott, und das Wort war Gott.“ Wie viele Buchstaben hat das Wort „Gott“?

Tiro: Na vier – wenn ich einen Moment länger darüber nachsinne, ist es bemerkenswert, dass dies in vielen Sprachen der Fall zu sein scheint. Im Hebräischen: JHWH, im Griechischen: Θεός, im Lateinischen: Deus.

Anteus: Ja, bei JHWH handelt es sich um ein Tetragramm, also ein Vierfachzeichen. Was hat Gott am Anfang der Schöpfung gemacht?

Tiro: Am ersten Tag schuf er den Himmel und die Erde, das Licht und die Finsternis, den Tag und die Nacht.

Anteus: Und was passierte am Ende dieses Tages?

Tiro: Es wurde Abend, und es wurde Morgen.

Anteus: Und welche beiden Tageszeiten sind dazwischen.

Tiro: Na am Tag der Mittag und in der Nacht die Mitternacht.

Anteus: Also insgesamt vier Tageszeiten! Ein neuer Tag beginnt für uns nach dem Aufwachen am Morgen, die Kraft der Sonne ist am Mittag am größten, am Abend erreicht der Tag seine Reife, und in der Nacht herrschen Ruhe und Dunkelheit, und der Tag geht für uns zu Ende.

Kennst du denn auch die vier Hauptflüsse in der Schöpfungsgeschichte?

Tiro: Im Garten Eden entspringt ein Strom, der sich in vier Flüsse teilt, den Pischon, den Gihon, den Tigris und den Euphrat.

Anteus: Sehr gut gelernt, Tiro. Was meinst du, wohin diese vier Flüsse von den Quellen des Euphrats und des Tigris'flossen?

Tiro: Ich denke, dass sie in völlig verschiedene Richtungen in alle Welt flossen: in unsere Richtung zum Mare Mediterraneum, in Richtung zum Pontus, in Richtung zum Caspium Mare und in Richtung zum Sinus Persicus.

Anteus: Und wenn du an den Horizont schaust, welche Richtungen wären dies von diesem Ursprung aus gesehen?

Tiro: Das Mare Mediterraneum liegt in unsere Richtung also nach Westen, der Pontus im Norden, das Caspium Mare im Osten und der Sinus Persicus im Süden – das sind unsere vier Himmelsrichtungen!

Anteus: Du siehst also, dass wir uns mit der Hilfe von Himmelsrichtungen auf der von Gott geschaffenen Erde orientieren können. Mit welcher dieser vier Himmelsrichtungen verbindest du denn einen Anfang?

Tiro: Der Tag beginnt am Morgen, wo die Sonne immer im Osten aufgeht.

Anteus: Und wie geht es dann weiter?

Tiro: Mittags steht die Sonne am höchsten im Süden auf dem Meridian, abends geht die Sonne im Westen wieder unter, und nachts ist sie im Norden unter dem Horizont und für uns daher unsichtbar.

Anteus: Also können wir uns nicht nur auf der Erde, sondern auch im von Gott erschaffenen Himmel mit den vier Himmelsrichtungen verständigen. Welche Zeichen kannst du des nachts am Himmel entdecken?

Tiro: Der Mond spendet häufig das meiste Licht, die glänzenden Planeten ziehen ihre Bahnen, und es gibt tausende von Sternen am Firmament.

Anteus: Das ist richtig. Wo gehen denn all diese Gestirne auf und unter?

Tiro: Na genauso wie die Sonne: sie gehen immer im Osten auf und im Westen unter, allerdings nur falls sie nicht sowieso die ganze Zeit über dem Horizont stehen, wie zum Beispiel die w-förmige Cassiopeia mit ihren vier besonders hellen und leicht zu entdeckenden Sternen.

Anteus: Das stimmt, ausgezeichnet, Tiro! Kannst du mir denn auch sagen, warum der Nachthimmel dennoch immer wieder anders aussieht?

Tiro: Das liegt daran, dass sich der Fixsternhimmel innerhalb eines Jahres einmal vollständig um uns dreht und zu einer bestimmten Tageszeit daher Tag für Tag einen etwas anderen Ausschnitt des Firmaments zeigt.

Anteus: Und wie kannst du verschiedene Zeiten des Jahres noch unterscheiden?

Tiro: Von der Tag-und-Nacht-Gleiche im Frühjahr bis zu der im Herbst sind die Tage länger als die Nächte, und im Halbjahr danach ist es umgekehrt.

Anteus: Das ist richtig, genauso wie die Feststellung, dass in der Zeitspanne von der Wintersommerwende bis zur Sommersonnenwende die Tage immer länger werden, und in der Zeitspanne von der Sommersonnenwende bis zur Wintersommerwende die Tage immer kürzer werden. Demnach kann man das Jahr in vier Abschnitte teilen.

Tiro: Ja genau: in den Frühling, den Sommer, den Herbst und den Winter.

Anteus: Erkennst du die Bedeutungen des Tageslaufes, über die wir vorhin gesprochen hatten, in dieser Reihe wieder? Das Jahr beginnt im Frühling, im Sommer erreicht die Sonne ihre größte Kraft, im Herbst ernten wir die reifen Früchte des Feldes und im Winter geht die Natur in eine dunklere Ruhezeit.

Aber nicht nur ein Tag und ein Jahr, sondern auch ein Monat kann in vier Zeitabschnitte eingeteilt werden. Weißt du noch, wie?

Tiro: Ja, natürlich! Ein Monat hat vier Wochen, die den vier Mondvierteln entsprechen: vom Neumond zum zunehmenden Halbmond, von dort zum Vollmond und über den abnehmenden Halbmond wieder zurück zum Neumond.

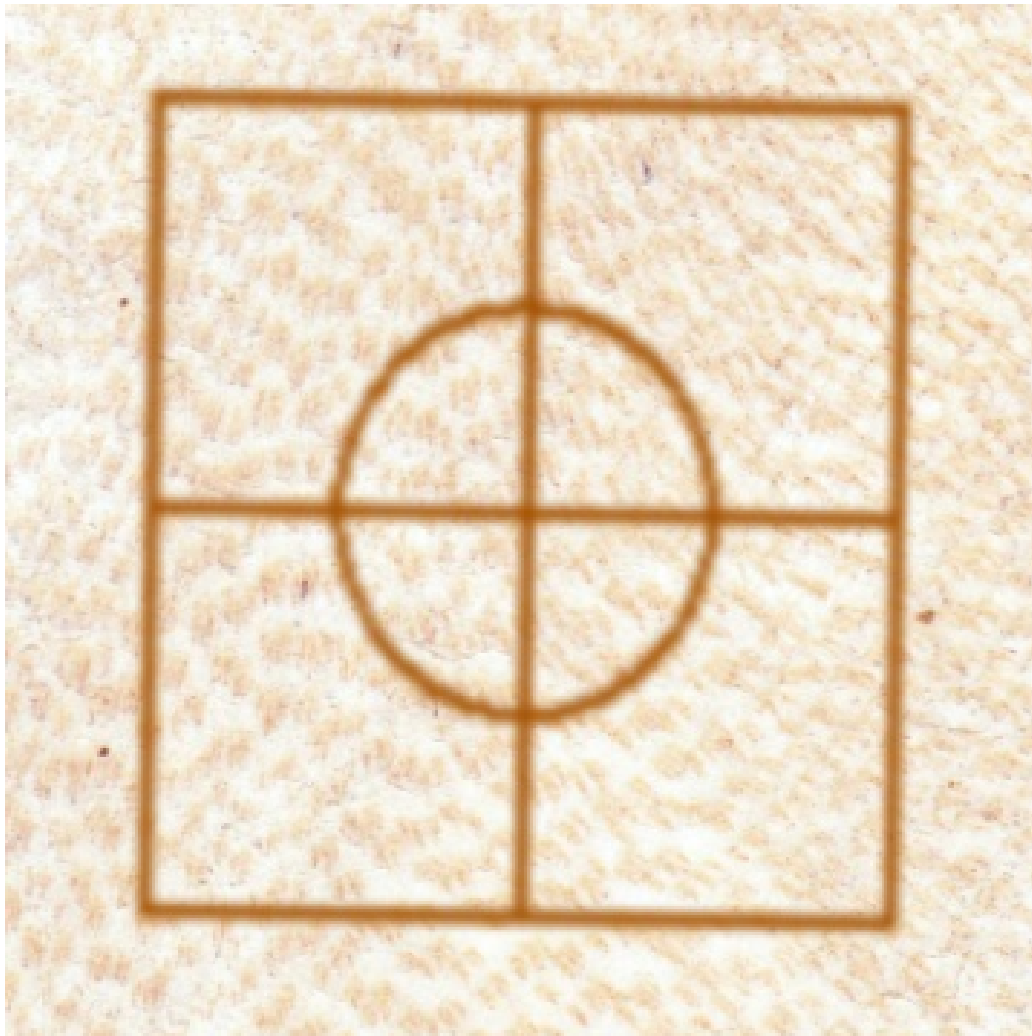


Abb. 180

Anteus: Genau, und der Mond steht im Laufe eines solchen Monats erst als Neumond bei der Sonne, dann links von der Sonne, bei Vollmond gegenüber der Sonne und schließlich rechts von der Sonne, und wir haben wieder unsere vier senkrecht zueinanderstehenden Himmelsrichtungen.

Sowohl der Kreislauf der Tage, als auch der Kreislauf der Monate oder der Kreislauf der Jahre mit den jeweils vier aufeinanderfolgenden Abschnitten können in einem einzigen einfachen Bild dargestellt werden, sieh hier:

Tiro: Das ist wirklich faszinierend. Ich sehe in der Zeichnung auch unsere vier Himmelsrichtungen und in der Mitte ein vierarmiges Kreuz.

Anteus: Unten in der Mitte ist auch das Kreuz unseres Herrn zu erkennen, was dir sicherlich nicht schwer fällt.

Übrigens kennen wir aus den Büchern der Propheten Ezechiel und Sacharja die Visionen von den vier Winden. Sacharja beschreibt sie als vier Wagen, die von roten, schwarzen, weißen und gescheckten Pferden in verschiedene Richtungen gezogen werden und den Geist Gottes über die ganze Erde bringen.

Es geht aber noch weiter: welche typischen Sternbilder kannst du denn in unseren vier Jahreszeiten jeweils am leichtesten am Nachthimmel entdecken?

Tiro: Ich freue mich sehr, wenn ich nachts draußen sein darf und den Himmel bewundern kann. Es gibt immer so viel zu sehen. In jeder der vier Jahreszeiten gibt es ein stets leicht zu erkennendes Sternbild, das aus vielen einzelnen hellen Sternen besteht. Es steht während seiner Jahreszeit um Mitternacht immer im Süden am weitesten über dem Horizont, so dass es vollständig betrachtet werden kann: Im Frühling das Sternbild Leo, im Sommer das Sternbild Aquila, im Herbst das Sternbild Aquarius, und im Winter das Sternbild Taurus.

Anteus: Und auch diese vier Sternbilder stehen daher in vier Himmelsrichtungen rechtwinklig zueinander, nur dass die helle Sonne die bei ihr in der Nähe stehenden Sterne überstrahlt.

Tiro: Ja, stimmt, das ist alles sehr interessant!

Anteus: Ist die denn bei der Nennung der vier Hauptsternbilder etwas aufgefallen?

Tiro: Nein, was sollte denn daran auffällig sein?

Anteus: Na übersetzte die vier Namen doch bitte einmal.

Tiro: Leo ist der Löwe, Aquila der Adler, Aquarius der Wassermann und Taurus der Stier.

Anteus: Und fällt dir bei diesen vier Lebewesen fällt etwas auf, das dich an die Offenbarung des Johannes erinnert?

Tiro: Leider nein, Meister Anteus!

Anteus: Dann lies mir doch einmal aus dem vierten Kapitel vor; nur die beiden Verse sechs und sieben bitte!

Tiro: Moment, ich muss erst noch dieses letzte Buch des Neuen Testaments in meiner Bibel aufschlagen:

„Und vor dem Thron war etwas wie ein gläsernes Meer, gleich Kristall. Und in der Mitte des Thrones und rings um den Thron waren vier Lebewesen voller Augen, vorn und hinten. Das erste Lebewesen glich einem Löwen, das zweite einem Stier, das dritte sah aus wie ein Mensch, das vierte glich einem fliegenden Adler.“

Wenn der Wassermann mit einem Menschen gleichgesetzt wird, sind das ja genau die vier Lebewesen mit den funkelnden Sternen der vier Jahreszeitensternbilder rings um uns im Universum!

Anteus: Ja, und der Adler fliegt als einziges Wesen, und zwar oberhalb des Sternbilds Skorpion und dem Lebewesenkreis, dem Zodiak mit seinen zwölf Lebewesenkreiszeichen, auf dem unsere sieben Wandelgestirne ihre Bahnen ziehen. Die drei anderen Sternbilder gehören direkt zum Zodiak. Und die Reihenfolge der vier Sternbilder am Himmel entspricht der Erwähnung und der Schreibrichtung in unserer Heiligen Schrift von links nach rechts.

Tiro: Nun dämmert mir noch etwas: das sind ja genau die vier Symbole, die wir den vier Evangelisten zuschreiben! Markus als Löwe, Lukas als Stier, Matthäus als Mensch und Johannes als Adler.

Anteus: Genau, Tiro, und genau diese Reihenfolge nehmen wir auch als die historische Entstehungsreihenfolge der vier Evangelien an. Sie betrachten unseren Heiland nachträglich aus verschiedenen Zeiten und aus verschiedenen Blickwinkeln, die sich teilweise überlappen, in anderen Teilen jedoch ganz einzigartige Aspekte hervorheben. Die Botschaft über unseren Messias wird durch die vier Evangelien in alle vier Himmelsrichtungen und somit in die ganze Welt getragen. Beim Gebet singen wir überall auf der Welt die Texte der Heiligen Schrift in unseren vier Tonarten: dem Protus, dem Deuterus, dem Tritus und dem Tetrardus.

Tiro: Die Vier hat es ja tatsächlich in sich!

Anteus: Johannes, der vierte Evangelist, beschreibt den Messias aus einer etwas erhöhten Warte – wie ein fliegender Adler, der von oben auf die Landschaft schaut. Schon Hieronymus hat geschrieben, dass Johannes zu Beginn seines Evangeliums – du erinnerst dich an den ersten Vers, mit dem wir vorhin unseren Diskurs begonnen hatten – höher steigt als die anderen drei Evangelisten und sich dabei in die höchsten Regionen aufschwingt, genauso wie sich ein Adler zur Sonne erhebt.

Tiro: Das kann ich gut nachvollziehen!

Anteus: Die Vier ist aber auch eine diesseitige Zahl, was du an den vier irdischen Elementen Feuer, Erde, Wasser und Luft erkennen kannst. Zusammen mit den drei Wesen der göttlichen Dreifaltigkeit ergibt sich zusammengezählt die Zahl Sieben und als Vielfaches die Zahl Zwölf, über die wir schon mehrfach geredet hatten, wie du dich sicherlich erinnerst.

Tiro: Ja, sehr gut sogar!

Anteus: In jedem Advent feiern wir an vier Sonntagen die Erwartung auf die Ankunft unseres Erlösers – ist nicht auch das ein wunderbares und schönes Symbol?

Tiro: Das stimmt!

Anteus: In der Offenbarung des Johannes tauchen übrigens auch die vier Apokalyptischen Reiter auf einem weißen, einem feuerroten, einem schwarzen und einem fahlen Pferd sowie die vier Engel an den vier Ecken der Erde, die die vier Winde der Erde fest aufhielten. Das Himmlische Jerusalem ist viereckig und mit zwölf Toren angelegt, auf denen zwölf Engel

sitzen. Sie stehen für die zwölf Söhne und Stämme Israels. Und auf den zwölf Grundsteinen stehen die Namen der zwölf Apostel des Lammes. Es gibt die sieben goldenen Leuchter, die sieben Geister Gottes und die sieben Sterne in seiner Rechten.

Und diese Zahlen Drei, Vier, Sieben und Zwölf tauchen auch im Zusammenhang mit dem Tempelzelt und mit dem ersten Tempel der Juden auf. Für das Heiligtum sollte ein siebenarmiger Leuchter aus Gold mit drei Leuchterarmen zu jeder Seite geschaffen werden. Am Leuchter sollten vier mandelblütenförmige Kelche mit Knospen und Blüten sein. Im späteren viereckigen Tempel gab es ein dreißig Ellen Umfang großes, gegossenes Becken, das auf zwölf Rindern stand. In der Chronik des Alten Testaments heißt es zu den Rindern:

„Von ihnen schauten drei nach Norden, drei nach Westen, drei nach Süden und drei nach Osten.“

Tiro: Das alles kann wohl kaum ohne tiefsinnige Absichten sein.

Anteus: Gewiss nicht, und darüber können wir uns noch oft unterhalten! Aber nun ist es genug für heute, ich denke du solltest dich jetzt wieder deinen anderen Aufgaben widmen.

Tiro: Ich danke dir, Meister! Das war wie immer interessant und sehr lehrreich. Ich freue mich jetzt schon auf unsere nächste Begegnung.

Anteus: Und ich freue mich über deine Fragen und darüber, dass du immer so gut mitarbeitest.

```
<a class="mw-wiki-logo" href="/wiki/Hauptseite" title="Hauptseite">
```

```
<nav id="p-navigation" class="mw-portlet mw-portlet-navigation vector-menu vector-menu-portal portal" aria-labelledby="p-navigation-label" role="navigation" >
```

8.2.4 Navigation

- [Hauptseite](#)³
- [Aktuelles](#)⁴
- [Buchkatalog](#)⁵
- [Alle Bücher](#)⁶
- [Bücherregale](#)⁷
- [Zufälliges Kapitel](#)⁸
- [Datei hochladen](#)⁹

```
</nav>
```

```
<nav id="p-Mitmachen" class="mw-portlet mw-portlet-Mitmachen vector-menu vector-menu-portal portal" aria-labelledby="p-Mitmachen-label" role="navigation" >
```

³ <https://de.wikibooks.org/wiki/Hauptseite>

⁴ <https://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:Rundschau>

⁵ <https://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:Buchkatalog>

⁶ <https://de.wikibooks.org/wiki/Kategorie:Buch>

⁷ <https://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:B%C3%BCcherregale>

⁸ https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:Zuf%C3%A4llige_Seite

⁹ <https://commons.wikimedia.org/wiki/Special:UploadWizard>

8.2.5 Mitmachen

- Wikibooks-Portal¹⁰
- Letzte Änderungen¹¹
- Hilfe¹²
- Verbesserungen¹³
- Administratoren¹⁴
- Logbücher¹⁵
- Spenden¹⁶

```
</nav> <nav id="p-tb" class="mw-portlet mw-portlet-tb vector-menu vector-menu-portal
portal" aria-labelledby="p-tb-label" role="navigation" >
```

8.2.6 Werkzeuge

- Links auf diese Seite¹⁷
- Änderungen an verlinkten Seiten¹⁸
- Spezialseiten¹⁹
- Permanenter Link²⁰
- Seiteninformationen²¹
- Seite zitieren²²

```
</nav> <nav id="p-coll-print_export" class="mw-portlet mw-portlet-coll-print_export
vector-menu vector-menu-portal portal" aria-labelledby="p-coll-print_export-label" ro-
le="navigation" >
```

8.2.7 Drucken/exportieren

- Buch erstellen²³
- Als PDF herunterladen²⁴

```
10 https://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:Portal
11 https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:Letzte_%C3%84nderungen
12 https://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:Hilfe
13 https://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:Verbesserungsvorschl%C3%A4ge
14 https://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:Administratoren
15 https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:Logbuch
16 http://donate.wikimedia.org/wiki/Special:FundraiserRedirector?utm_source=donate&utm_
medium=sidebar&utm_campaign=C13_de.wikibooks.org&uselang=de
17 https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:Linkliste/Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_
_Druckversion
18 https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:%C3%84nderungen_an_verlinkten_Seiten/Die_
Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Druckversion
19 https://de.wikibooks.org/wiki/Spezial:Spezialseiten
20 https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_
_Druckversion&oldid=978487
21 https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_
_Druckversion&action=info
22 https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Spezial:Zitierhilfe&page=Die_Himmelstafel_
von_Tal-Qadi%2F_Druckversion&id=978487&wpFormIdentifier=titleform
23 https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Spezial:Buch&bookcmd=book_creator&referer=
Die+Himmelstafel+von+Tal-Qadi%2F+Druckversion
24 https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Spezial:DownloadAsPdf&page=Die_
Himmelstafel_von_Tal-Qadi%2F_Druckversion&action=show-download-screen
```

- Druckversion²⁵

```
</nav> <nav id="p-wikibase-otherprojects" class="mw-portlet mw-portlet-wikibase-  
otherprojects vector-menu vector-menu-portal portal" aria-labelledby="p-wikibase-  
otherprojects-label" role="navigation" >
```

8.2.8 In anderen Projekten

- Wikipedia²⁶
- Wikiversity²⁷
- Wiktionary²⁸
- Wikiquote²⁹
- Wikisource³⁰
- Wikinews³¹
- Wikivoyage³²
- Commons³³
- Wikidata³⁴

```
</nav>
```

```
<nav id="p-lang" class="mw-portlet mw-portlet-lang vector-menu vector-menu-portal por-  
tal" aria-labelledby="p-lang-label" role="navigation" >
```

8.2.9 In anderen Sprachen

Links hinzufügen³⁵

```
</nav>
```

- Diese Seite wurde zuletzt am 15. November 2021 um 09:08 Uhr bearbeitet.
- Der Text ist unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen³⁶ verfügbar. Zusätzliche Bedingungen können gelten. Einzelheiten sind in den Nutzungsbedingungen³⁷ beschrieben.
- Datenschutz³⁸
- Über Wikibooks³⁹

25 https://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Druckversion&printable=yes

26 <https://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite>

27 <https://de.wikiversity.org/wiki/Wikiversity:Hauptseite>

28 <https://de.wiktionary.org/wiki/Wiktionary:Hauptseite>

29 <https://de.wikiquote.org/wiki/Hauptseite>

30 <https://de.wikisource.org/wiki/Hauptseite>

31 <https://de.wikinews.org/wiki/Hauptseite>

32 <https://de.wikivoyage.org/wiki/Hauptseite>

33 <https://commons.wikimedia.org/wiki/Hauptseite>

34 <https://www.wikidata.org/wiki/Wikidata:Hauptseite>

35 <https://www.wikidata.org/wiki/Special:NewItem?site=dewikibooks&page=Die+Himmelstafel+von+Tal-Qadi%2F+Druckversion>

36 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de>

37 https://foundation.wikimedia.org/wiki/Terms_of_Use/de

38 https://meta.wikimedia.org/wiki/Privacy_policy/de

39 https://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:%C3%9Cber_Wikibooks

- Haftungsausschluss⁴⁰
- Mobile Ansicht⁴¹
- Entwickler⁴²
- Statistiken⁴³
- Stellungnahme zu Cookies⁴⁴
- 45
- 46

40 <https://de.wikibooks.org/wiki/Wikibooks:Impressum>
41 http://de.m.wikibooks.org/w/index.php?title=Die_Himmelstafel_von_Tal-Qadi/_Druckversion&mobileaction=toggle_view_mobile
42 https://www.mediawiki.org/wiki/Special:MyLanguage/How_to_contribute
43 <https://stats.wikimedia.org/#/de.wikibooks.org>
44 https://foundation.wikimedia.org/wiki/Cookie_statement
45 <https://wikimediafoundation.org/>
46 <https://www.mediawiki.org/>

9 Autoren

Edits	User
1012	Bautsch ¹
1	Janbery ²
2	Juetho ³

¹ <https://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Bautsch>

² <https://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Janbery>

³ <https://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Juetho>

Abbildungsverzeichnis

- GFDL: Gnu Free Documentation License. <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>
- cc-by-sa-3.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
- cc-by-sa-2.5: Creative Commons Attribution ShareAlike 2.5 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>
- cc-by-sa-2.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 2.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>
- cc-by-sa-1.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 1.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/1.0/>
- cc-by-2.0: Creative Commons Attribution 2.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>
- cc-by-2.0: Creative Commons Attribution 2.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.en>
- cc-by-2.5: Creative Commons Attribution 2.5 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/deed.en>
- cc-by-3.0: Creative Commons Attribution 3.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>
- GPL: GNU General Public License. <http://www.gnu.org/licenses/gpl-2.0.txt>
- LGPL: GNU Lesser General Public License. <http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html>
- PD: This image is in the public domain.
- ATTR: The copyright holder of this file allows anyone to use it for any purpose, provided that the copyright holder is properly attributed. Redistribution, derivative work, commercial use, and all other use is permitted.
- EURO: This is the common (reverse) face of a euro coin. The copyright on the design of the common face of the euro coins belongs to the European Commission. Authorised is reproduction in a format without relief (drawings, paintings, films) provided they are not detrimental to the image of the euro.
- LFK: Lizenz Freie Kunst. <http://artlibre.org/licence/lal/de>
- CFR: Copyright free use.

- EPL: Eclipse Public License. <http://www.eclipse.org/org/documents/epl-v10.php>

Copies of the GPL, the LGPL as well as a GFDL are included in chapter Licenses⁴. Please note that images in the public domain do not require attribution. You may click on the image numbers in the following table to open the webpage of the images in your webbrowser.

⁴ Kapitel 10 auf Seite 259

1	Bautsch ⁵ , Bautsch ⁶	
2	Bautsch ⁷ , Bautsch ⁸	
3	Matthew Axiak ⁹ , Matthew Axiak ¹⁰	
4	Bautsch ¹¹ , Bautsch ¹²	
5	Bautsch ¹³ , Bautsch ¹⁴	
6	TUBS ^{15 16 17} , TUBS ^{18 19 20}	CC-BY-SA-3.0
7	Tschubby	
8	Frank Vincentz	CC-BY-SA-3.0
9	Bautsch ²¹ , Bautsch ²²	
10	fatso ²³	CC-BY-SA-3.0
11	User:Pmx ²⁴ , User:Pmx ²⁵	
12	KES47 ²⁶ , KES47 ²⁷	
13	Bautsch ²⁸ , Bautsch ²⁹	
14	Bautsch ³⁰ , Bautsch ³¹	
15	Bautsch ³² , Bautsch ³³	
16	Bautsch ³⁴ , Bautsch ³⁵	
17	Bautsch ³⁶ , Bautsch ³⁷	

5 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
6 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
7 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
8 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
9 http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Matthew_Axiak&action=edit&redlink=1
10 https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Matthew_Axiak&action=edit&redlink=1
11 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
12 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
13 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
14 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
15 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:TUBS>
16 http://commons.wikimedia.org/wiki/User_talk:TUBS
17 http://toolserver.org/~daniel/WikiSense/Gallery.php?wikifam=commons.wikimedia.org&img_user_text=TUBS
18 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:TUBS>
19 https://commons.wikimedia.org/wiki/User_talk:TUBS
20 http://toolserver.org/~daniel/WikiSense/Gallery.php?wikifam=commons.wikimedia.org&img_user_text=TUBS
21 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
22 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
23 <https://en.wikipedia.org/wiki/de:user:fatso>
24 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Pmx>
25 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Pmx>
26 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:KES47>
27 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:KES47>
28 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
29 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
30 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
31 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
32 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
33 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
34 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
35 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
36 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
37 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

18	Bautsch ³⁸ , Bautsch ³⁹	
19	Bautsch ⁴⁰ , Bautsch ⁴¹	
20	Bautsch ⁴² , Bautsch ⁴³	
21	Bautsch ⁴⁴ , Bautsch ⁴⁵	
22	Bautsch ⁴⁶ , Bautsch ⁴⁷	
23	Bautsch ⁴⁸ , Bautsch ⁴⁹	
24	Bautsch ⁵⁰ , Bautsch ⁵¹	
25	Bautsch ⁵² , Bautsch ⁵³	
26	Bautsch ⁵⁴ , Bautsch ⁵⁵	
27	Bautsch ⁵⁶ , Bautsch ⁵⁷	
28	Bautsch	
29	Bautsch	
30	Bautsch ⁵⁸ , Bautsch ⁵⁹	
31	Bautsch ⁶⁰ , Bautsch ⁶¹	
32	Bautsch ⁶² , Bautsch ⁶³	
33	Bautsch ⁶⁴ , Bautsch ⁶⁵	
34	Bautsch ⁶⁶ , Bautsch ⁶⁷	
35	Bautsch ⁶⁸ , Bautsch ⁶⁹	
36	Bautsch ⁷⁰ , Bautsch ⁷¹	

-
- 38 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
39 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
40 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
41 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
42 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
43 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
44 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
45 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
46 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
47 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
48 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
49 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
50 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
51 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
52 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
53 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
54 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
55 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
56 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
57 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
58 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
59 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
60 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
61 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
62 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
63 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
64 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
65 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
66 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
67 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
68 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
69 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
70 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
71 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

37	Bautsch	
38	Bautsch ⁷² , Bautsch ⁷³	
39	Bautsch ⁷⁴ , Bautsch ⁷⁵	
40	Bautsch ⁷⁶ , Bautsch ⁷⁷	
41	Bautsch ⁷⁸ , Bautsch ⁷⁹	
42	Bautsch ⁸⁰ , Bautsch ⁸¹	
43	Bautsch ⁸² , Bautsch ⁸³	
44	Bautsch ⁸⁴ , Bautsch ⁸⁵	
45	Bautsch ⁸⁶ , Bautsch ⁸⁷	
46	Bautsch ⁸⁸ , Bautsch ⁸⁹	
47	Bautsch ⁹⁰ , Bautsch ⁹¹	
48	Bautsch ⁹² , Bautsch ⁹³	
49	Bautsch ⁹⁴ , Bautsch ⁹⁵	
50	Frank Vincentz	
51	British Museum	
52	Olaf Tausch ⁹⁶ , Olaf Tausch ⁹⁷	
53	Aangelo ⁹⁸ , Aangelo ⁹⁹	
54	Llukacs01 ¹⁰⁰ , Llukacs01 ¹⁰¹	CC-BY-SA-3.0
55	Bautsch	
56	Bautsch ¹⁰² , Bautsch ¹⁰³	

- 72 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
73 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
74 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
75 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
76 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
77 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
78 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
79 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
80 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
81 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
82 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
83 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
84 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
85 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
86 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
87 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
88 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
89 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
90 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
91 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
92 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
93 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
94 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
95 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
96 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Oltau>
97 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Oltau>
98 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Aangelo>
99 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Aangelo>
100 <http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Llukacs01&action=edit&redlink=1>
101 <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Llukacs01&action=edit&redlink=1>
102 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
103 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

57	Users Marc Layer ¹⁰⁴ , Geof ¹⁰⁵ on de.wikipedia ¹⁰⁶	CC-BY-SA-3.0
58	Dbachmann ¹⁰⁷ , Dbachmann ¹⁰⁸	CC-BY-SA-3.0
59	Thomas Steiner ¹⁰⁹	
60	Xofc ¹¹⁰ , Xofc ¹¹¹	CC-BY-SA-3.0
61	Bautsch ¹¹² , Bautsch ¹¹³	
62	Bautsch ¹¹⁴ , Bautsch ¹¹⁵	
63	Bautsch ¹¹⁶ , Bautsch ¹¹⁷	
64	Bautsch ¹¹⁸ , Bautsch ¹¹⁹	
65	Bautsch ¹²⁰ , Bautsch ¹²¹	
66	Bautsch ¹²² , Bautsch ¹²³	
67	Bautsch ¹²⁴ , Bautsch ¹²⁵	
68	Bautsch ¹²⁶ , Bautsch ¹²⁷	
69	Bautsch ¹²⁸ , Bautsch ¹²⁹	
70	Bautsch ¹³⁰ , Bautsch ¹³¹	
71	Bautsch ¹³² , Bautsch ¹³³	
72	Bautsch ¹³⁴ , Bautsch ¹³⁵	
73	Bautsch ¹³⁶ , Bautsch ¹³⁷	

104 https://de.wikipedia.org/wiki/User:Marc_Layer

105 <https://de.wikipedia.org/wiki/User:Geof>

106 <https://de.wikipedia.org>

107 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Dbachmann>

108 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Dbachmann>

109 <https://de.wikipedia.org/wiki/Benutzer:Thire>

110 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Xofc>

111 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Xofc>

112 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

113 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

114 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

115 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

116 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

117 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

118 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

119 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

120 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

121 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

122 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

123 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

124 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

125 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

126 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

127 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

128 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

129 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

130 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

131 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

132 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

133 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

134 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

135 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

136 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

137 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

74	Bautsch ¹³⁸ , Bautsch ¹³⁹	
75	Bautsch ¹⁴⁰ , Bautsch ¹⁴¹	
76	Bautsch ¹⁴² , Bautsch ¹⁴³	
77	Bautsch ¹⁴⁴ , Bautsch ¹⁴⁵	
78	Bautsch ¹⁴⁶ , Bautsch ¹⁴⁷	
79	Bautsch ¹⁴⁸ , Bautsch ¹⁴⁹	
80	Bautsch ¹⁵⁰ , Bautsch ¹⁵¹	
81	Bautsch ¹⁵² , Bautsch ¹⁵³	
82	Bautsch ¹⁵⁴ , Bautsch ¹⁵⁵	
83	Bautsch ¹⁵⁶ , Bautsch ¹⁵⁷	
84	Carl Bremiker (1804-1877)	
85	Bautsch ¹⁵⁸ , Bautsch ¹⁵⁹	
86	Bautsch ¹⁶⁰ , Bautsch ¹⁶¹	
87	Bautsch ¹⁶² , Bautsch ¹⁶³	
88	Bautsch ¹⁶⁴ , Bautsch ¹⁶⁵	
89	Bautsch ¹⁶⁶ , Bautsch ¹⁶⁷	
90	Bautsch ¹⁶⁸ , Bautsch ¹⁶⁹	
91	Bautsch ¹⁷⁰ , Bautsch ¹⁷¹	

- 138 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
139 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
140 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
141 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
142 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
143 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
144 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
145 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
146 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
147 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
148 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
149 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
150 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
151 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
152 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
153 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
154 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
155 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
156 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
157 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
158 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
159 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
160 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
161 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
162 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
163 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
164 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
165 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
166 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
167 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
168 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
169 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
170 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
171 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

92	Bautsch ¹⁷² , Bautsch ¹⁷³	
93	Bautsch ¹⁷⁴ , Bautsch ¹⁷⁵	
94	Bautsch ¹⁷⁶ , Bautsch ¹⁷⁷	
95	Bautsch ¹⁷⁸ , Bautsch ¹⁷⁹	
96	Bautsch ¹⁸⁰ , Bautsch ¹⁸¹	
97	Bautsch ¹⁸² , Bautsch ¹⁸³	
98	Bautsch ¹⁸⁴ , Bautsch ¹⁸⁵	
99	Bautsch ¹⁸⁶ , Bautsch ¹⁸⁷	
100	Д.Ильин ¹⁸⁸ : vectorization, Д.Ильин ¹⁸⁹ : vectorization	
101	Olaf Tausch ¹⁹⁰ , Olaf Tausch ¹⁹¹	
102	Daag ¹⁹² , Daag ¹⁹³	CC-BY-SA-3.0
103	Bautsch ¹⁹⁴ , Bautsch ¹⁹⁵	
104	Bautsch ¹⁹⁶ , Bautsch ¹⁹⁷	
105	Bautsch ¹⁹⁸ , Bautsch ¹⁹⁹	
106	Gnosos ²⁰⁰ , Gnosos ²⁰¹	
107	Bautsch ²⁰² , Bautsch ²⁰³	
108	Bautsch ²⁰⁴ , Bautsch ²⁰⁵	

172 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

173 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

174 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

175 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

176 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

177 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

178 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

179 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

180 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

181 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

182 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

183 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

184 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

185 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

186 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

187 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

188 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:%D0%94.%D0%98%D0%BB%D1%8C%D0%B8%D0%BD>

189 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:%D0%94.%D0%98%D0%BB%D1%8C%D0%B8%D0%BD>

190 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Oltau>

191 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Oltau>

192 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Daag>

193 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Daag>

194 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

195 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

196 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

197 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

198 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

199 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

200 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Gnosos>

201 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Gnosos>

202 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

203 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

204 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

205 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

109	Bautsch ²⁰⁶ , Bautsch ²⁰⁷	
110	Bautsch ²⁰⁸ , Bautsch ²⁰⁹	
111	Bautsch ²¹⁰ , Bautsch ²¹¹	
112	Bautsch ²¹² , Bautsch ²¹³	
113	Bautsch ²¹⁴ , Bautsch ²¹⁵	
114	Bautsch ²¹⁶ , Bautsch ²¹⁷	
115	Bautsch ²¹⁸ , Bautsch ²¹⁹	
116	Bautsch ²²⁰ , Bautsch ²²¹	
117	Bautsch ²²² , Bautsch ²²³	
118	Bautsch ²²⁴ , Bautsch ²²⁵	
119	<ul style="list-style-type: none"> • Positional astronomy.svg²²⁶: Wmheric²²⁷ • Translated version (this file): Patrick87²²⁸ , • Positional astronomy.svg²²⁹: Wmheric²³⁰ • Translated version (this file): Patrick87²³¹ 	CC-BY-SA-3.0
120	Bautsch ²³² , Bautsch ²³³	
121	Bautsch ²³⁴ , Bautsch ²³⁵	
122	Bautsch ²³⁶ , Bautsch ²³⁷	

206 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
207 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
208 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
209 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
210 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
211 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
212 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
213 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
214 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
215 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
216 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
217 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
218 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
219 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
220 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
221 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
222 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
223 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
224 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
225 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
226 http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Positional_astronomy.svg
227 <http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Wmheric&action=edit&redlink=1>
228 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Patrick87>
229 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Positional_astronomy.svg
230 <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Wmheric&action=edit&redlink=1>
231 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Patrick87>
232 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
233 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
234 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
235 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
236 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
237 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

123	Bautsch ²³⁸ , Bautsch ²³⁹	
124	Bautsch ²⁴⁰ , Bautsch ²⁴¹	
125	Bautsch ²⁴² , Bautsch ²⁴³	
126	Bautsch ²⁴⁴ , Bautsch ²⁴⁵	
127	Bautsch ²⁴⁶ , Bautsch ²⁴⁷	
128	Bautsch ²⁴⁸ , Bautsch ²⁴⁹	
129	Bautsch ²⁵⁰ , Bautsch ²⁵¹	
130	Der ursprünglich hochladende Benutzer war Octopus ²⁵² in der Wikipedia auf Slowenisch ²⁵³ , The original uploader was Octopus ²⁵⁴ at Slovenian Wikipedia ²⁵⁵ .	CC-BY-SA-3.0
131	Bautsch ²⁵⁶ , Bautsch ²⁵⁷	
132	Painters of Sultan Murad III	
133	Gnosos ²⁵⁸ , Gnosos ²⁵⁹	
134	Bautsch ²⁶⁰ , Bautsch ²⁶¹	
135	Mysid ²⁶²	CC-BY-SA-3.0
136	Bautsch ²⁶³ , Bautsch ²⁶⁴	
137	Bautsch ²⁶⁵ , Bautsch ²⁶⁶	
138	English: Epilykos Class, Skythes? Français : Classe d'Epilykos, Skythès ?	
139	Bautsch ²⁶⁷ , Bautsch ²⁶⁸	

238 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
239 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
240 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
241 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
242 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
243 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
244 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
245 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
246 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
247 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
248 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
249 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
250 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
251 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
252 <https://en.wikipedia.org/wiki/sl>User:Octopus>
253 <https://en.wikipedia.org/wiki/sl>:
254 <https://en.wikipedia.org/wiki/sl>User:Octopus>
255 <https://en.wikipedia.org/wiki/sl>:
256 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
257 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
258 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Gnosos>
259 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Gnosos>
260 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
261 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
262 <https://en.wikipedia.org/wiki/User:Mysid>
263 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
264 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
265 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
266 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
267 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
268 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

140	MagistraMundi ²⁶⁹ , MagistraMundi ²⁷⁰	CC-BY-SA-3.0
141	Original fiel by Evelyn Simak / St Swithin's church - stained glass / CC BY-SA 2.0 Edited by User:Bautsch	
142	Bautsch ²⁷¹ , Bautsch ²⁷²	
143	Dnu72 ²⁷³ , Dnu72 ²⁷⁴	
144	Betelguese ²⁷⁵ , Betelguese ²⁷⁶	CC-BY-SA-3.0
145	Bautsch ²⁷⁷ , Bautsch ²⁷⁸	
146	Bautsch ²⁷⁹ , Bautsch ²⁸⁰	
147	Bautsch ²⁸¹ , Bautsch ²⁸²	
148	Bautsch ²⁸³ , Bautsch ²⁸⁴	
149	Originally Luigi Chiesa ²⁸⁵ , Originally Luigi Chiesa ²⁸⁶	CC-BY-SA-3.0
150	Adam37, BartekChom, Bilderbot, BotMultichillT, CambridgeBayWeather, Eberhard Cornelius, Iketsi, Innotata, JMCC1, JarektBot, Kxx, MGA73bot2, WikiPedant	
151	Copyright © 2003 Torsten Bronger ²⁸⁷	CC-BY-SA-3.0
152	Bautsch ²⁸⁸ , Bautsch ²⁸⁹	
153	Bautsch ²⁹⁰ , Bautsch ²⁹¹	
154	Bautsch ²⁹² , Bautsch ²⁹³	
155	Bautsch ²⁹⁴ , Bautsch ²⁹⁵	
156	Bautsch ²⁹⁶ , Bautsch ²⁹⁷	
157	Lexicon	

269 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:MagistraMundi>

270 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:MagistraMundi>

271 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

272 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

273 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Dnu72>

274 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Dnu72>

275 <http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Betelguese&action=edit&redlink=1>

276 <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Betelguese&action=edit&redlink=1>

277 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

278 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

279 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

280 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

281 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

282 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

283 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

284 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

285 http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Luigi_Chiesa

286 https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Luigi_Chiesa

287 <https://en.wikipedia.org/wiki/User:Bronger>

288 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

289 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

290 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

291 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

292 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

293 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

294 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

295 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

296 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

297 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

158	Lexicon ²⁹⁸ , Lexicon ²⁹⁹	
159	Kyle the hacker	
160	Melian ³⁰⁰ , Melian ³⁰¹	
161	³⁰² Diese Vektorgrafik ³⁰³ wurde von Lexicon ³⁰⁴ mit Inkscape ³⁰⁵ erstellt und dann von sarang ³⁰⁶ durch manuellen ³⁰⁷ Code ersetzt., ³⁰⁸ This vector image ³⁰⁹ was created with Inkscape ³¹⁰ by Lexicon ³¹¹ , and then manually ³¹² replaced by sarang ³¹³ .	
162	Lexicon	
163	Lexicon	
164	Membeth ³¹⁴ , Membeth ³¹⁵	
165	Bautsch ³¹⁶ , Bautsch ³¹⁷	
166	Bautsch ³¹⁸ , Bautsch ³¹⁹	
167	Bautsch ³²⁰ , Bautsch ³²¹	
168	Bautsch ³²² , Bautsch ³²³	
169	Jarekt, JarektBot, Jojobear99, Mattes, Neelix, Ruff tuff cream puff, Shakko, YaCBot	
170	AnonMoos, Artem Karimov, BotMultichillT, Dbenbenn, Emijrpbot, F l a n k e r, Incnis Mrsi, JLogan, JarektBot, Jarocristian, Jdx, MGA73bot2, MapGrid, Mathonius, Mmxx, MuRe, Orange-kun, Orzetto commonswiki, Richardkiwi, SchlurcherBot, SiBr4, SieBot, Ssolbergj, Verdy p, Wutsje, YiFeiBot	
171	WolfgangRieger	
172	Talmoryair ³²⁴	

- 298 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Lexicon>
299 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Lexicon>
300 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Melian>
301 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Melian>
302 http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inkscape_replaced.svg
303 <https://de.wikipedia.org/wiki/Vektorgrafik>
304 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Lexicon>
305 <https://de.wikipedia.org/wiki/Inkscape>
306 http://commons.wikimedia.org/wiki/User_talk:Sarang
307 https://de.wikipedia.org/wiki/Scalable_Vector_Graphics#Editoren
308 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inkscape_replaced.svg
309 https://en.wikipedia.org/wiki/Vector_graphics
310 <https://commons.wikimedia.org/wiki/Help:Inkscape>
311 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Lexicon>
312 https://en.wikipedia.org/wiki/Text_editor
313 https://commons.wikimedia.org/wiki/User_talk:Sarang
314 <http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Membeth&action=edit&redlink=1>
315 <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=User:Membeth&action=edit&redlink=1>
316 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
317 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
318 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
319 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
320 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
321 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
322 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
323 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
324 <https://he.wikipedia.org/wiki/User:Talmoryair>

173	Bautsch ³²⁵ , Bautsch ³²⁶	
174	Bautsch ³²⁷ , Bautsch ³²⁸	
175	Bautsch ³²⁹ , Bautsch ³³⁰	
176	Hyacinth ³³¹ , Hyacinth ³³²	CC-BY-SA-3.0
177	Bautsch ³³³ , Bautsch ³³⁴	
178	Bautsch ³³⁵ , Bautsch ³³⁶	
179	Bautsch ³³⁷ , Bautsch ³³⁸	
180	Bautsch ³³⁹ , Bautsch ³⁴⁰	

325 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
326 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
327 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
328 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
329 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
330 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
331 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Hyacinth>
332 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Hyacinth>
333 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
334 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
335 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
336 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
337 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
338 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
339 <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>
340 <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bautsch>

10 Licenses

10.1 GNU GENERAL PUBLIC LICENSE

Version 3, 29 June 2007

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed. Preamble

The GNU General Public License is a free, copyleft license for software and other kinds of works.

The licenses for most software and other practical works are designed to take away your freedom to share and change the works. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change all versions of a program—to make sure it remains free software for all its users. We, the Free Software Foundation, use the GNU General Public License for most of our software; it applies also to any other work released this way by its authors. You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for them if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs, and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to prevent others from denying you these rights or asking you to surrender the rights. Therefore, you have certain responsibilities if you distribute copies of the software, or if you modify it: responsibilities to respect the freedom of others.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

Developers that use the GNU GPL protect your rights with two steps: (1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License giving you legal permission to copy, distribute and/or modify it.

For the developers' and authors' protection, the GPL clearly explains that there is no warranty for this free software. For both users' and authors' sake, the GPL requires that modified versions be marked as changed, so that their problems will not be attributed erroneously to authors of previous versions.

Some devices are designed to deny users access to install or run modified versions of the software inside them, although the manufacturer can do so. This is fundamentally incompatible with the aim of protecting users' freedom to change the software. The systematic pattern of such abuse occurs in the area of products for individuals to use, which is precisely where it is most unacceptable. Therefore, we have designed this version of the GPL to prohibit the practice for those products. If such problems arise substantially in other domains, we stand ready to extend this provision to those domains in future versions of the GPL, as needed to protect the freedom of users.

Finally, every program is threatened constantly by software patents. States should not allow patents to restrict development and use of software on general-purpose computers, but in those that do, we wish to avoid the special danger that patents applied to a free program could make it effectively proprietary. To prevent this, the GPL assures that patents cannot be used to render the program non-free.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow. TERMS AND CONDITIONS 0. Definitions.

"This License" refers to version 3 of the GNU General Public License.

"Copyright" also means copyright-like laws that apply to other kinds of works, such as semiconductor masks.

"The Program" refers to any copyrightable work licensed under this License. Each licensee is addressed as "you". "Licensees" and "recipients" may be individuals or organizations.

To "modify" a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a "modified version" of the earlier work or a work "based on" the earlier work.

A "covered work" means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To "propagate" a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To "convey" a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

An interactive user interface displays "Appropriate Legal Notices" to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion. 1. Source Code.

The "source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. "Object code" means any non-source form of a work.

A "Standard Interface" means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular programming language, one that is widely used among developers working in that language.

The "System Libraries" of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A "Major Component", in this context, means a major operating system (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The "Corresponding Source" for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work's System Libraries, or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work. 2. Basic Permissions.

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable and provided the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by copyright law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force. You may convey covered works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary. 3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law.

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, your or third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures. 4. Conveying Verbatim Copies.

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee. 5. Conveying Modified Source Versions.

You may convey a work based on the Program, or the modifications to produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

* a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date. * b) The work must carry prominent notices stating that it is released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to "keep intact all notices". * c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it. * d) If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not cause this License to apply to the other parts of the aggregate. 6. Conveying Non-Source Forms.

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

* a) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange. * b) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge. * c) Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you received the object code with such an offer, in accord with subsection 6b. * d) Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the object code is a network server, the Corresponding Source may be on a

different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements. * e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A "User Product" is either (1) a "consumer product", which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, "normally used" refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent the only significant mode of use of the product.

"Installation Information" for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work in that User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey an object code work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying. 7. Additional Terms.

"Additional permissions" are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

* a) Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or * b) Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or * c) Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or * d) Limiting the use for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or * e) Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or * f) Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that these contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered "further restrictions" within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions; the above requirements apply either way. 8. Termination.

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically terminate your rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates

your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10. 9. Acceptance Not Required for Having Copies.

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so. 10. Automatic Licensing of Downstream Recipients.

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An "entity transaction" is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party's predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it. 11. Patents.

A "contributor" is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor's "contributor version".

A contributor's "essential patent claims" are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, "control" includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor's essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a "patent license" is any express agreement or commitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To "grant" such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deprive yourself of the benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. "Knowingly relying" means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient's use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is "discriminatory" if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you entered into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law. 12. No Surrender of Others' Freedom.

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from

conveying the Program. 13. Use with the GNU Affero General Public License.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU Affero General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the special requirements of the GNU Affero General Public License, section 13, concerning interaction through a network will apply to the combination as such. 14. Revised Versions of this License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU General Public License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

10.2 GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed. 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this license is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference. 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document in a part or in its entirety, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A Secondary Section is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The Invariant Sections are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, presented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section Entitled "XYZ" means a named submit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version. 15. Disclaimer of Warranty.

THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ANY NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION. 16. Limitation of Liability.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. 17. Interpretation of Sections 15 and 16.

following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History"; To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section Entitled XYZ according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties; any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License. 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies. 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first one listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general networking public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document. 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- * A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission. * B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement. * C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher. * D. Preserve all the copyright notices of the Document. * E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices. * F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below. * G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice. * H. Include an unaltered copy of this License. * I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence. * J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions if that history has been preserved. * K. Preserve in the Document any item stating a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission. * K. For any section Entitled "Acknowledgements", "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein. * L. Preserve all

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be given local legal effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

END OF TERMS AND CONDITIONS How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively state the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year> <name of author>

This program is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles. * M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version. * N. Do not retitle an existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section. * O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version. 5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements". 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document. 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a separate or distribution medium, is called an aggregate if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate. 8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program. If not, see <<http://www.gnu.org/licenses/>>.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program does terminal interaction, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

```
<program> Copyright (C) <year> <name of author> This program comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type 'show w'. This is free software, and you are welcome to redistribute it under certain conditions; type 'show c' for details.
```

The hypothetical commands 'show w' and 'show c' should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, your program's commands might be different; for a GUI interface, you would use an "about box".

You should also get your employer (if you work as a programmer) or school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary. For more information on this, and how to apply and follow the GNU GPL, see <<http://www.gnu.org/licenses/>>.

The GNU General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Lesser General Public License instead of this License. But first, please read <<http://www.gnu.org/philosophy/why-not-lgpl.html>>.

(section 1) will typically require changing the actual title. 9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all distribution of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it. 10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License or any later version applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document. 11. RELICENSING

"Massive Multiauthor Collaboration Site"(or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration"(or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

"CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

Incorporate" means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is eligible for relicensing if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing. ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

```
Copyright (C) YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".
```

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with ... Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.

10.3 GNU Lesser General Public License

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE

Version 3, 29 June 2007

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

This version of the GNU Lesser General Public License incorporates the terms and conditions of version 3 of the GNU General Public License, supplemented by the additional permissions listed below.

0. Additional Definitions.

As used herein, “this License” refers to version 3 of the GNU Lesser General Public License, and the “GNU GPL” refers to version 3 of the GNU General Public License.

“The Library” refers to a covered work governed by this License, other than an Application or a Combined Work as defined below.

An “Application” is any work that makes use of an interface provided by the Library, but which is not otherwise based on the Library. Defining a subclass of a class defined by the Library is deemed a mode of using an interface provided by the Library.

A “Combined Work” is a work produced by combining or linking an Application with the Library. The particular version of the Library with which the Combined Work was made is also called the “Linked Version”.

The “Minimal Corresponding Source” for a Combined Work means the Corresponding Source for the Combined Work, excluding any source code for portions of the Combined Work that, considered in isolation, are based on the Application, and not on the Linked Version.

The “Corresponding Application Code” for a Combined Work means the object code and/or source code for the Application, including any data and utility programs needed for reproducing the Combined Work from the Application, but excluding the System Libraries of the Combined Work. 1. Exception to Section 3 of the GNU GPL.

You may convey a covered work under sections 3 and 4 of this License without being bound by section 3 of the GNU GPL. 2. Conveying Modified Versions.

If you modify a copy of the Library, and, in your modifications, a facility refers to a function or data to be supplied by an Application that uses the facility (other than as an argument passed when the facility is invoked), then you may convey a copy of the modified version:

* a) under this License, provided that you make a good faith effort to ensure that, in the event an Application does not supply the function or data, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful, or * b) under the GNU GPL, with none of the additional permissions of this License applicable to that copy.

3. Object Code Incorporating Material from Library Header Files.

The object code form of an Application may incorporate material from a header file that is part of the Library. You may convey such object code under terms of your choice, provided that, if the incorporated material is not limited to numerical parameters, data structure layouts and accessors, or small macros, inline functions and templates (ten or fewer lines in length), you do both of the following:

* a) Give prominent notice with each copy of the object code that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. * b) Accompany the object code with a copy of the GNU GPL and this license document.

4. Combined Works.

You may convey a Combined Work under terms of your choice that, taken together, effectively do not restrict modification of the portions of the Library contained in the Combined Work and reverse engineering for debugging such modifications, if you also do each of the following:

* a) Give prominent notice with each copy of the Combined Work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. * b) Accompany the Combined Work with a copy of the GNU GPL and this license document. * c) For a Combined Work that displays copyright notices during execution, include the copyright notice for the Library among these notices, as well as a reference directing the user to the copies of the GNU GPL and this license document. * d) Do one of the following: o 0) Convey the Minimal Corresponding Source under the terms of this License, and the Corresponding Application Code in a form suitable for, and under terms that permit, the user to recombine or relink the Application with a modified version of the Linked Version to produce a modified Combined Work, in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source. o 1) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (a) uses at run time a copy of the Library already present on the user's computer system, and (b) will operate properly with a modified version of the Library that is interface-compatible with the Linked Version. * e) Provide Installation Information, but only if you would otherwise be required to provide such information under section 6 of the GNU GPL, and only to the extent that such information is necessary to install and execute a modified version of the Combined Work produced by recombining or relinking the Application with a modified version of the Linked Version. (If you use option 4d0, the Installation Information must accompany the Minimal Corresponding Source and Corresponding Application Code. If you use option 4d1, you must provide the Installation Information in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source.)

5. Combined Libraries.

You may place library facilities that are a work based on the Library side by side in a single library together with other library facilities that are not Applications and are not covered by this License, and convey such a combined library under terms of your choice, if you do both of the following:

* a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities, conveyed under the terms of this License. * b) Give prominent notice with the combined library that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

6. Revised Versions of the GNU Lesser General Public License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library as you received it specifies that a certain numbered version of the GNU Lesser General Public License “or any later version” applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that published version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library as you received it does not specify a version number of the GNU Lesser General Public License, you may choose any version of the GNU Lesser General Public License ever published by the Free Software Foundation.

If the Library as you received it specifies that a proxy can decide whether future versions of the GNU Lesser General Public License shall apply, that proxy's public statement of acceptance of any version is permanent authorization for you to choose that version for the Library.