

Die Tierkreistafeln

Charakteristisch für diese Sonnenuhr sind die 6 auf der XII-Stundenlinie angebrachten Tafeln mit je zwei Tierkreiszeichen (s. Abb.1). Was hat es damit auf sich? Welche Bedeutung haben sie?

Im Folgenden sollen diese Fragen ausgehend von einfachen Beobachtungen, die jeder Interessierte auch ohne weitere Hilfsmittel (Teleskop) machen kann, geklärt und dabei wichtige astronomische Zusammenhänge aufgewiesen werden.

Was Sonnen- und Mondfinsternisse offenbaren

Beobachtungen am Himmelsgewölbe im Tages- und Jahreslauf zeigen, die Sonne vollführt zwei Bewegungen am Himmelsgewölbe: eine tägliche von Ost nach West und eine jährliche senkrecht dazu, so dass die tägliche Sonnenbahn im Winter um maximal 47° tiefer (südlicher) als im Sommer an der Sphäre verläuft.

Neben dieser Beobachtung ist für den zu erklärenden Sachverhalt noch eine weitere von Bedeutung: die halbjährlich stattfindenden *Sonnen- und Mondfinsternisse*. Dass bei diesen Ereignissen die Sonne von der Erde bzw. vom Mond bedeckt wird, ist hinlänglich bekannt. Für unseren Zusammenhang ist aber noch eine weitere Beobachtungstatsache wichtig, die sich allerdings erst nach wiederholter Beobachtung zeigt. Wenn man sein Augenmerk darauf richtet, in welchem Sternbild die Finsternis stattfindet, stellt man fest, dass sie sich immer vor einem anderen Sternhintergrund ereignen. Das gilt nicht nur für die Mond-, sondern auch für die Sonnenfinsternisse; denn bei einer Sonnenfinsternis kann man für wenige Minuten die auch am Tage am Himmelsgewölbe stehenden, aber vom Sonnenlicht überstrahlten Sterne sehen. Zeichnet man diese Finsternisereignisse in eine Sternkarte ein (Abb. 2 u. 3), so sieht man, dass sie auf einer Linie liegen. Diese Finsternislinie bezeichnet man als Ekliptik [nach dem griechischen Verb *ekleipein* (ἐκλείπειν) – verschwinden, verfinstern; *Ekleipsis* (ἐκλειψις) = Verschwinden, Finsternis], verläuft in einem Winkel $23,5^\circ$ zum Himmelsäquator und schneidet ihn

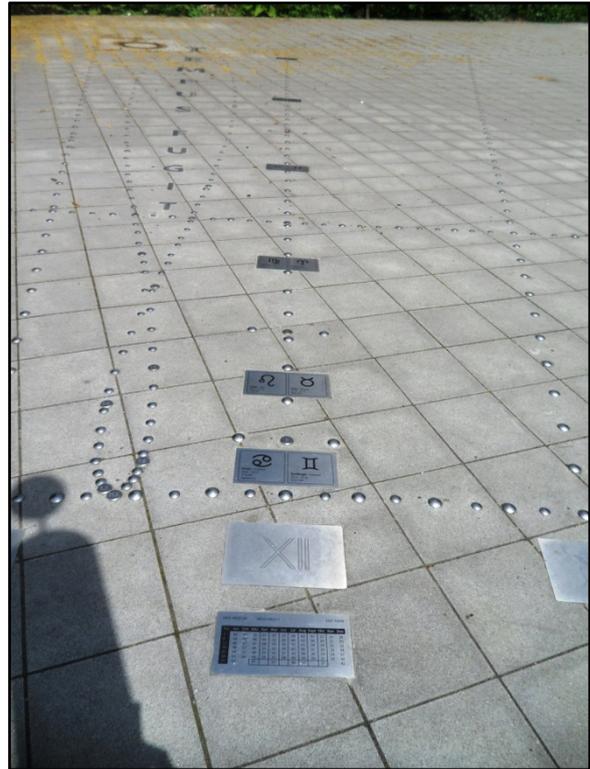


Abb.1: XII-Stundenlinie mit Tierkreistafeln; links Analemma mit Sinnspruch; im Vordergrund ZK-Tafel

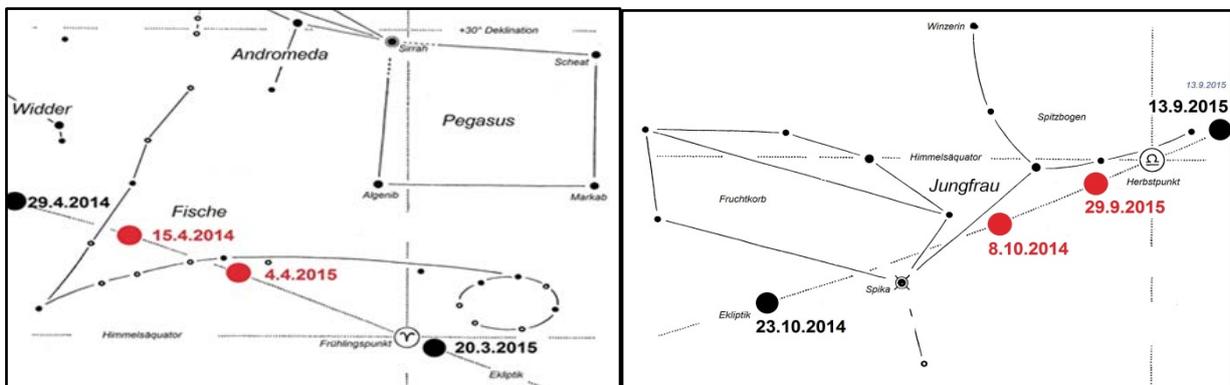


Abb. 2 und 3: Finsternisse in 2014/15 in den Sternbildern Fische und Jungfrau (rot Mond-, schwarz Sonnenfinsternisse)

in den Sternbildern Fische (sog. Frühlingsspunkt) und Jungfrau (sog. Herbstpunkt), wie man in den Abb. 2 und 3 erkennen kann.

Der Verlauf dieser Linie war schon im Altertum bekannt (siehe Abb. 4). Man kann die hier vorliegende wissenschaftliche Beobachtungsarbeit erst dann richtig würdigen, wenn man bedenkt,

dass sie wohl kaum in der Lebenszeit eines einzelnen Astronomen zu leisten war, sondern Generationen von Astronomen in Anspruch nahm.

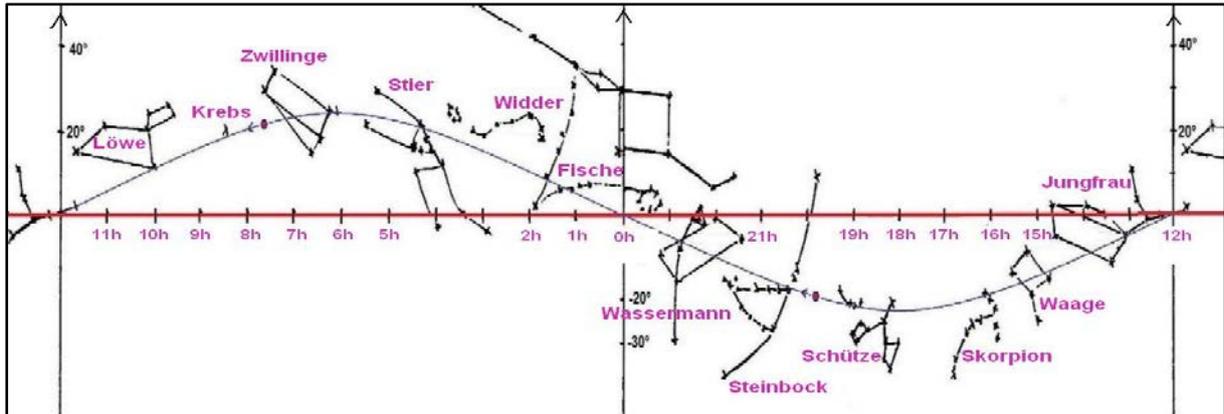


Abb. 4: Verlauf der Ekliptik durch den Tierkreis, rote Linie Himmelsäquator

Die Ekliptik als Sonnenbahn und Abbild der Erdbewegung

Wer bewegt sich auf dieser Finsternislinie, die Sonne oder der Mond oder gar beide? Diese Frage ist leicht durch die Beobachtung des Mondes zu entscheiden. Trägt man die Mondpositionen während eines Monats in eine Sternkarte ein, sieht man, dass die Mondbahn nicht mit der Ekliptik identisch ist, sondern mit ihr einen Winkel von 5° bildet. Die Ekliptik ist somit die Bahn der Sonne, den sie im Laufe eines Jahres durchläuft. Wenn wir die Hintergrundsterne neben der Sonne erkennen könnten, würden wir feststellen, wie sie sich im Laufe eines Jahres durch die Sternbilder bewegt. Nun wissen wir aber seit rund 400 Jahren durch die Arbeiten von Kopernikus, Galilei und Kepler mit Gewissheit, dass sich die Erde und die anderen Planeten um die Sonne bewegen. Für einen Beobachter auf der sich um die Sonne bewegenden Erde sieht es so aus, als wenn sich die Sonne vor dem Sternenhintergrund bewegt. Könnte er den Vorgang von der Sonne aus betrachten, würde er feststellen, dass sich die Erde vor den Tierkreissternbildern bewegt¹. Die jährliche Bewegung der Sonne auf der Ekliptik ist ein *Abbild der jährlichen Erdbewegung* um die Sonne. Oder ein wenig

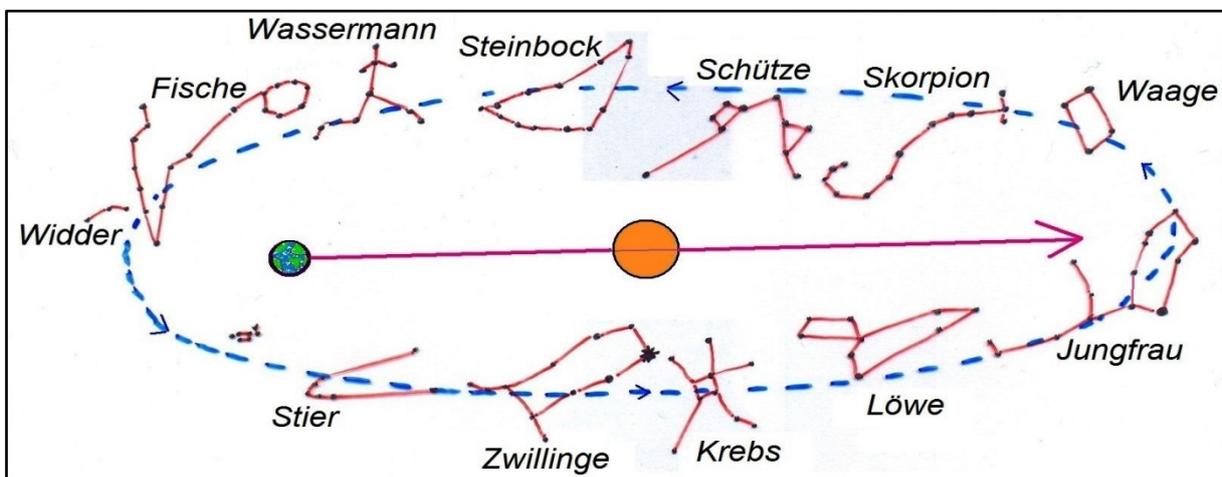


Abb. 5: Die Sonnenbahn (blau) als Projektion der Sonne auf den Tierkreis

mathematisch ausgedrückt: Die *Ekliptik* ist nichts anderes als die *Projektion der Sonne auf den Sternenhintergrund* von der sich bewegenden Erde aus (siehe Abb. 5).

¹ Die Betrachtung des Geschehens am Himmelsgewölbe von der Erde aus nennt man *geozentrisch*, die von der Sonne aus *heliocentrisch*.

Die Einteilung der Ekliptik: Tierkreiszeichen und Tierkreissternbild

Sternzeichen	ekliptikale Länge	Zeitraum	Verweildauer		Sternbild
			d	h	
Widder <i>Aries</i>	0° - 30°	21.3. - 20.4.	30	11	Fische
Stier <i>Taurus</i>	30° - 60°	21.4. - 21.5.	30	23	Widder
Zwillinge <i>Gemini</i>	60° - 90°	22.5. - 21.6.	31	13	Stier
Krebs <i>Cancer</i>	90° - 120°	22.6. - 23.7.	31	6	Zwillinge
Löwe <i>Leo</i>	120° - 150°	24.7. - 23.8.	31	7	Krebs bis Regulus
Jungfrau <i>Virgo</i>	150° - 180°	24.9. - 23.9.	30	21,5	Löwe bis Spitzbogen (Jungfrau)
Waage <i>Libra</i>	180° - 210°	24.9. - 23.10.	30	9,5	Jungfrau
Skorpion <i>Scorpio</i>	210° - 240°	24.10. - 22.11	29	22	Rest v. Jungfrau und Waage
Schütze <i>Sagittarius</i>	240° - 270°	23.11. - 21.12.	29	13	Skorpion u. Schlangenträger
Steinbock <i>Capricornus</i>	270° - 300°	22.12. - 20.1.	29	11	Schütze
Wassermann <i>Aquarius</i>	300° - 330°	21.1. - 19.2.	29	14	Steinbock, z.T. Wassermann
Fische <i>Pisces</i>	330° - 360°	20.2. - 20.3.	29	23	Wassermann u. Fischellipse
Abb. 6: Tabelle der Ekliptikabschnitte mit Verweildauer, Vergleich Sternzeichen und -bild			358	7,25	
			365,25		

Um den momentanen Ort der Sonne auf der Ekliptik anzugeben, hat man sie in 12 gleiche Abschnitte von je 30° eingeteilt und nach dem Sternbild benannt, das in dem Abschnitt liegt. Die Sternbilder des Tierkreises sind aber ungleich groß, außerdem hat sich die Ekliptik im Laufe der Zeit verschoben, so dass die Ekliptikabschnitte heute nicht mehr mit den ursprünglich zugeordneten Sternbildern übereinstimmen. Man hat aber die Benennung der Ekliptikabschnitte nach den ursprünglichen Sternbildern beibehalten. Das hat aber zur Folge, dass man zwischen dem Ekliptikabschnitt und dem Sternbild unterscheiden muss. Z.B. liegt der 30°-Abschnitt, der nach dem Sternbild Fische benannt ist, zum großen Teil im Sternbild Wassermann. Sprachlich hilft man sich durch die Unterscheidung von *Sternbild* und *Sternzeichen*.

Es fällt auf (s. Tabelle Abb.6), dass die Verweildauern der Sonne in den einzelnen 30°-Abschnitten der Ekliptik unterschiedlich sind. Im Sternzeichen Steinbock beträgt sie 29d 11h, im Sternzeichen Zwillinge 31d 13h. Der maximale Unterschied ist beträchtlich und beträgt 2d 2h. Die Sonne wandert also über das Himmelsgewölbe nicht ungleichmäßig, sie ist im Winter schneller und im Sommer entsprechend langsamer. Das ist ein sonderbarer Befund, der zum Nachdenken einlädt. Da – wie eben erläutert - die Sonnenbewegung ein Abbild der Erdbewegung ist, bedeutet das, dass sich die Erde auf ihrer jährlichen Bahn unterschiedlich schnell bewegt. Dieser Befund führte Kepler schließlich zu seinem 2. Gesetz der Planetenbewegung.

Addiert man die Verweildauern der Sonne in den einzelnen Tierkreisabschnitten (sie sind auf den Tafeln angegeben) stundengenau, kommt man auf die Dauer des tropischen Jahres von 365,25d (s. Tabelle).

Auf der XII-Uhr-Stundenlinie sind die Grenzen der Ekliptikabschnitte an den mit einem X eingravierten Rundkopfschrauben zu erkennen (s. Abb. 7 u. 8).



Abb. 7 und 8:

Rundkopfschrauben mit eingraviertem X zur Kennzeichnung der Grenzen zwischen den Tierkreiszeichen auf der XII-Stundenlinie



Der Tierkreis als Mond- und Planetenstraße

Die Ekliptik im strengen Sinne ist die Sonnenbahn am Himmelsgewölbe, aber der Bereich um sie herum ist der Bereich, in dem sich neben dem Mond auch die Planeten bewegen. Diese Ekliptik im nicht-strengen Sinne des Begriffs ist sozusagen die Schnellstraße am Himmelsgewölbe, auf der sich der Mond und die Planeten unter der Regie der Sonne bewegen. Sieht man also im Bereich des Tierkreises einen hellen Stern, der offensichtlich nicht zum Hintergrundsternbild gehört, so kann man mit großer Sicherheit² davon ausgehen, dass es ein Planet ist³.

Mit ein wenig Zusatzwissen kann man aber nicht nur erkennen, dass man einen Planeten entdeckt hat, sondern auch, um welchen der fünf mit freiem Auge erkennbaren Planeten (Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn) es sich handelt.

Die *Venus* ist daran zu erkennen, dass sie nur am Abend im Westen oder am Morgen im Osten zu sehen ist (sie ist nur Abend- oder Morgenstern). Außerdem erreicht sie eine Helligkeit, die alle anderen Sterne übertrifft. An maximaler Helligkeit folgt ihr der *Jupiter*. Im Gegensatz zur Venus ist er am gesamten nächtlichen Himmelsgewölbe zu sehen. Außerdem erreicht er seine größte Helligkeit, wenn er zum Zeitpunkt des Sonnenuntergangs im Osten aufgeht. Man nennt das die sog. Oppositionsstellung⁴. Der *Saturn* gleicht im Bahnverlauf dem Jupiter. Allerdings ist seine Leuchtkraft geringer. Während der Jupiter am hellen weißen Licht (wie die Venus) erkennbar ist, erstrahlt der Saturn mehr in einem goldgelben Glanz. Der *Mars* wiederum ist an seinem orange-rötlichem Licht leicht erkennbar. Er kann in seiner Oppositionsstellung auch beachtliche Helligkeit erreichen. Der *Merkur*, der innerste Planet, ist im Gegensatz zu den anderen vier, mit freiem Auge sichtbaren Planeten nicht so einfach zu finden. Das hat vor allem seinen Grund darin, dass er von geringer Größe ist (nur wenig größer als der Erdmond), vor allem aber ist er als innerster der Planeten maximal nur wenige Winkelgrad von der Sonne entfernt. Die Folge ist, dass er wie die Venus nur am Abend am Westhimmel und am Morgen am Osthimmel dicht über dem Horizont im Dämmerungslicht zu finden ist. Durch seine geringe Helligkeit kann er nur schwer von andern Fixsternen unterschieden werden. Nur wenn man die Einzelsterne des Sternbildes, in dem er sich befindet, erkennt, kann man ihn im Horizontdunst von diesen unterscheiden und damit identifizieren. Dass dafür schon einige Erfahrung vonnöten ist, ist wohl verständlich. Diese kurze Betrachtung zeigt, welche große Bedeutung die Kenntnis des Tierkreises für praktische Beobachtungen am Sternenhimmel hat.

² Es könnte aber auch das seltene Ereignis einer Nova (von „nova stella“ neuer Stern) sein.

³ Man kann Planeten auch an ihrem ruhigen Licht erkennen. Dadurch unterscheiden sie sich von den anderen Sternen, die ihre Position an der Sphäre nicht verändern und deswegen Fixsterne genannt werden. Diese flackern im Gegensatz zu jenen.

⁴ Es liegt dann die gleiche Konstellation wie bei Vollmond vor. Sonne, Erde und Gestirnen (Mond, Planet) liegen auf einer Geraden.

Die Planetenschleifen

Die Planeten bewegen sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit um die Sonne; und zwar nimmt ihre Bahngeschwindigkeit mit zunehmender Entfernung von der Sonne ab. Der exakte Zusammenhang wird durch das 3. Keplersche Gesetz beschrieben. Es lautet: Die Quadrate der Umlaufzeiten T verhalten sich wie die Kuben der großen Halbachsen a .

Oder in Formelsprache: $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3 \iff T^2 \sim a^3$ oder $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{a_2}{a_1}} \iff v \sim \frac{1}{\sqrt{a}}$ ⁵

Da die Erde wie die anderen Planeten ein Planet ist und wir also von der sich um die Sonne bewegende Erde die anderen Planeten beobachten, ergibt sich aus diesem Gesetz, dass die Erde im

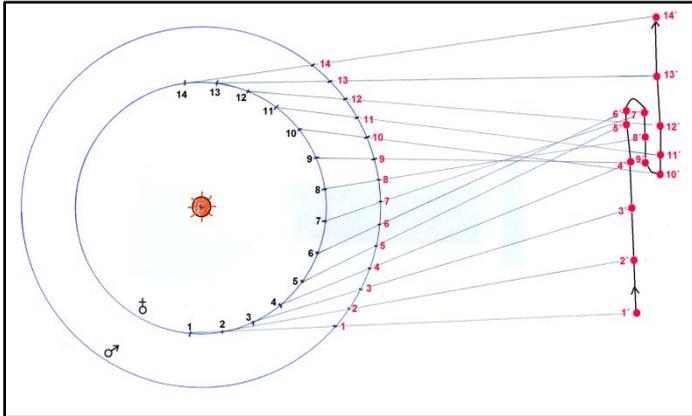


Abb. 9: Entstehung der Planetenschleife (Mars); Projektion des Mars auf das Himmelsgewölbe von der sich schneller bewegenden Erde.

Jahreslauf die äußeren Planeten überholen und umgekehrt sie von den inneren Planeten überholt wird. Von der Erde aus gesehen („geozentrisch“ nennt man diese Perspektive) wird z.B. die Bewegung des Mars im Tierkreis scheinbar immer langsamer, bis er stehen bleibt und sich dann sogar im Tierkreis rückwärts bewegt, um schließlich wieder anzuhalten und sich dann wieder in der ursprünglichen Richtung durch den Tierkreis zu bewegen. Es entsteht so im Laufe von Monaten eine schleifenförmige Bahn, die sog. Planetenschleife, als Projektion der Marsbahn auf das Himmelsgewölbe (s. Abb. 8). In der Astronomie-AG im Schuljahr 1990/91 habe ich mit meinen Schülern aus den Beobachtungen während des Herbst-Winter-Halbjahres die Positionen des Mars in eine Sternkarte eingetragen⁶ (s. Abb. 9).

die sog. Planetenschleife, als Projektion der Marsbahn auf das Himmelsgewölbe (s. Abb. 8). In der Astronomie-AG im Schuljahr 1990/91 habe ich mit meinen Schülern aus den Beobachtungen während des Herbst-Winter-Halbjahres die Positionen des Mars in eine Sternkarte eingetragen⁶ (s. Abb. 9).

Tierkreiszeichen als Begriff der wissenschaftlichen Astronomie

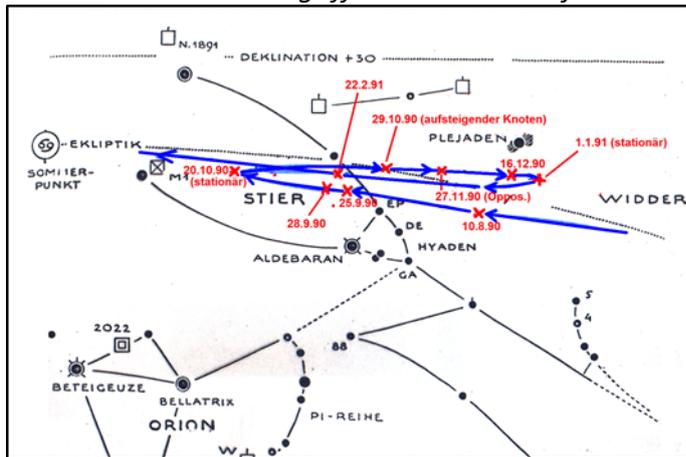


Abb.10: Marsschleife im Sternbild Stier (Astro-AG 90/91)

Der nicht in der Astronomie Kundige denkt vielleicht beim Wort Tierkreiszeichen zunächst an ein *Horoskop*. Horoskope gehören aber in die *Astrologie*, von der sich die *Astronomie* als exakte Naturwissenschaft spätestens seit Beginn der Neuzeit emanzipiert hat. Die Astrologie erhebt nach Ansicht seiner Verfechter den Anspruch, aus der Position der Planeten im Tierkreis an einem bestimmten Tag und einer bestimmten Stunde (meist Geburt) u.a. Charakter und Schicksal eines Menschen bestimmen zu können. Das Erstellen eines Horoskops, das diesem Zweck dient,

ist somit eine psychologische Methode im weitesten Sinne, die auf der astrologischen Annahme beruht, dass es zwischen Gestirnspositionen und irdischen Ereignissen, insbesondere dem Leben des Menschen, irgendwelche Zusammenhänge gebe. Sie erhebt den Anspruch, diesen Zusammenhang

⁵ Wenn die Ellipsenbahn sich der Kreisbahn – wie das bei den Planeten der Fall ist – annähert, kann in den Formeln die große Halbachse a durch den Kreisradius r ersetzt werden.

⁶ Das Wort „Planet“ leitet sich vom griechischen $\pi\lambda\alpha\nu\eta\tau\eta\varsigma$ ($\text{plan\eta}\tau\eta\varsigma$) ab, dieses wiederum von $\pi\lambda\alpha\nu\acute{\alpha}\omicron\mu\alpha\iota$ ($\text{plan\acute{a}}\omicron\mu\alpha\iota$) = umherirren, umherschweifen. Es bezieht sich damit auf die sonderbare Schleifenbewegung der Planeten.

erklären und auf dieser Basis zukünftige Ereignisse vorhersagen zu können. Sie argumentiert mit Schlussfolgerungen, die weder empirisch überprüfbar, noch rational nachvollziehbar sind. Alle bekannten methodisch korrekten empirischen Studien kommen zu dem Ergebnis, dass überprüfbare Aussagen von Astrologen statistisch nicht signifikant besser zutreffen als willkürliche Behauptungen. Wenn im Vorausgehenden vom Tierkreis, Tierkreiszeichen und Planetenkonstellationen die Rede war, hatten diese Überlegungen nichts mit Astrologie zu tun, sondern bewegen sich auf einer rein astronomischen Basis, die sich selbst und dem Mitdenkenden Rechenschaft ablegen.

Zusammenfassung

1. Die Tierkreiszeichen bezeichnen 30°-Abschnitte auf der Ekliptik.
2. Die Ekliptik ist ein Großkreis auf dem Himmelsgewölbe mit einer Neigung von 24° zum Himmelsäquator.
3. Die Namen der Tierkreiszeichen beziehen sich auf die in diesem Abschnitt zur Zeit der Antike stehenden Sternbilder.
4. Ekliptik heißt Finsternislinie, da nur auf ihr Sonnen- oder Mondfinsternisse stattfinden.
5. Sie, die Ekliptik, ist der Weg der Sonne an der Sphäre im Laufe eines Jahres und ein Abbild der Erdbewegung um die Sonne.
6. Die Verweildauer der Sonne in den Ekliptikabschnitten ist unterschiedlich. Es treten Differenzen von bis zu 50 Stunden, d.h. über zwei Tagen, auf. Da die Bewegung der Sonne auf der Ekliptik ein Abbild der Erdbewegung ist, hat sie ihre Ursache in der ellipsenförmigen Erdbahn und der damit einhergehenden Veränderung der Bahngeschwindigkeit (1. und 2. Keplersches Gesetz).
7. Im Bereich der Ekliptik bewegen sich auch der Mond und die Planeten. Sie ist sozusagen die Hauptverkehrsstraße dieser Gestirne. Außerhalb ihrer sind sie nicht zu finden.
8. Im Gegensatz zu Sonne und Mond vollführen die Planeten bei ihrem Umlauf am Himmelsgewölbe Schleifen. Es ist ein perspektivischer Effekt, der dadurch entsteht, dass wir die Planeten von der sich um die Sonne kreisenden Erde beobachten und sie sich mit unterschiedlicher Winkelgeschwindigkeit bewegen (3. Keplersches Gesetz).
9. Der Begriff Tierkreiszeichen als astronomischer Begriff darf nicht mit der gleichnamigen Bezeichnung der Astrologie verwechselt werden. Sie meint aus der Gestalt des Sternbildes psychische Eigenschaften des Menschen ableiten zu können (Horoskop). Ihre Aussagen halten aber wissenschaftlicher Kritik nicht stand.

Viktor Schreier
Januar 2017

Bildquellennachweis:

Die Sternbilder der Abb. 2, 3 und 10 sind bearbeitete Abbildungen aus *Atlas der Sternbilder* von Oswald Thomas 1962