

Nachlese zum Vortrag „Zirkumpolarsternbilder“ vom 10.4.2024

Der Referent Viktor Schreier war Gymnasiallehrer mit den Fächern Physik und Biologie. Schon sehr früh begann er sich für die Astronomie zu interessieren. So leitete er während seiner Dienstzeit immer wieder Astronomie-AGs.

Im Zuge der 2 M M - V o r t r ä g e hielt er im Sommersemester 2023 einen Vortrag über die große Sonnenuhr auf dem Schulhof im Apostelgymnasium, und im Wintersemester folgte ein Nachmittag zum Thema „Tierkreissternbilder“. Und nun in diesem Sommersemester am 10.4.2024 stellte Herr Schreier die Zirkumpolarsternbilder vor. Die Zeit für einen Vortrag ist begrenzt. Das astronomische Wissen des Herrn Schreier ist sehr groß und passte so gerade in die vorgegebene Zeitspanne. Damit wir, die interessierten Zuhörer, uns noch einmal mit dem Thema befassen können, schrieb Herr Schreier eine Zusammenfassung seines Vortrages, den er uns freundlicherweise zur Verfügung stellt. (M.Hartkopf)

Hier eine Zusammenfassung seines Vortrags

Zunächst wurde der Begriff zirkumpolar erläutert und gegen die nicht-zirkumpolaren Sterne/Sternbilder abgegrenzt. Durch einfache Winkelbeziehungen kann man zeigen, dass die Polhöhe gleich der geographischen Breite ist ($h_p = \varphi$). Daraus ergibt sich, dass die Größe des Zirkumpolarbereichs vom Breitengrad des Beobachtungsortes abhängig ist. In Mitteleuropa (ca. 50. Breitengrad) sind insgesamt sechs Sternbilder zirkumpolar (s. Abb.2).

Abbildung 1: Sternspuraufnahme
Die Zirkumpolarsterne bewegen sich in Kreisen
(Circus = Kreis)

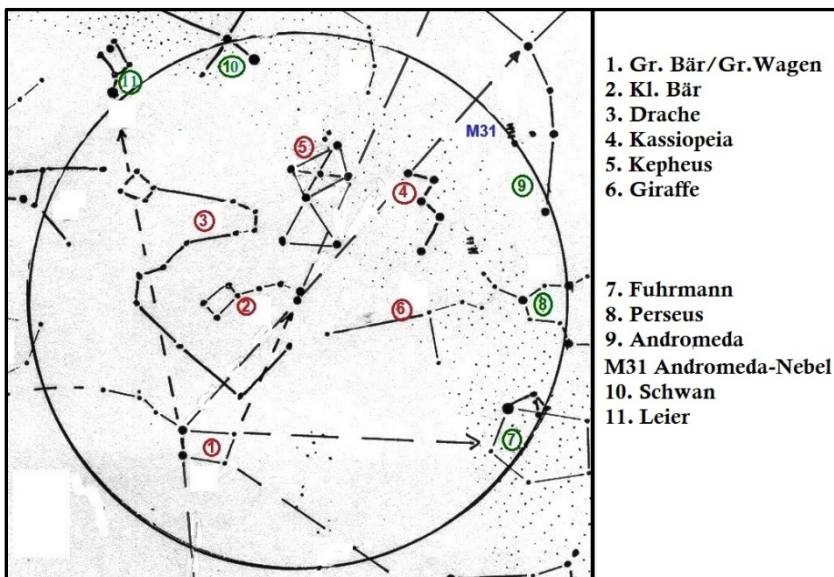
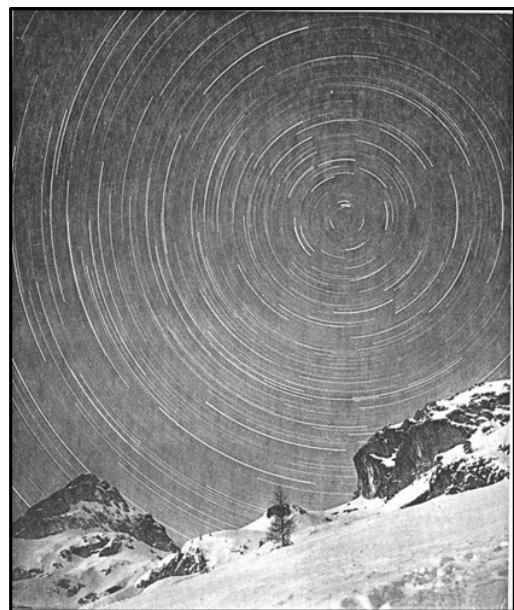


Abb. 2: Die zirkumpolaren
und ihre angrenzenden Sternbilder

Großer und kleiner Bär

Im Mythos ist der Große Bär die in einen Bären verwandelte Nymphe Kallisto. Der Große Bär ist also eine „Sie“! Sie war eine Geliebte des Zeus und hatte mit ihm den Sohn Arkas. Als Hera, die Gemahlin des Zeus, davon erfährt, wird Kallisto in eine Bäarin verwandelt. Um Kallisto und ihren Sohn Arkas zu schützen, versetzt Zeus sie als Sternbilder an den Himmel. Darüber ist Hera erzürnt und erreicht bei den Meereshgöttern Thetis und Okeanos, dass sie nie mehr ein erfrischendes Bad im großen Ozean nehmen können. Sie werden also astronomisch gesprochen zu Zirkumpolarsternbildern.

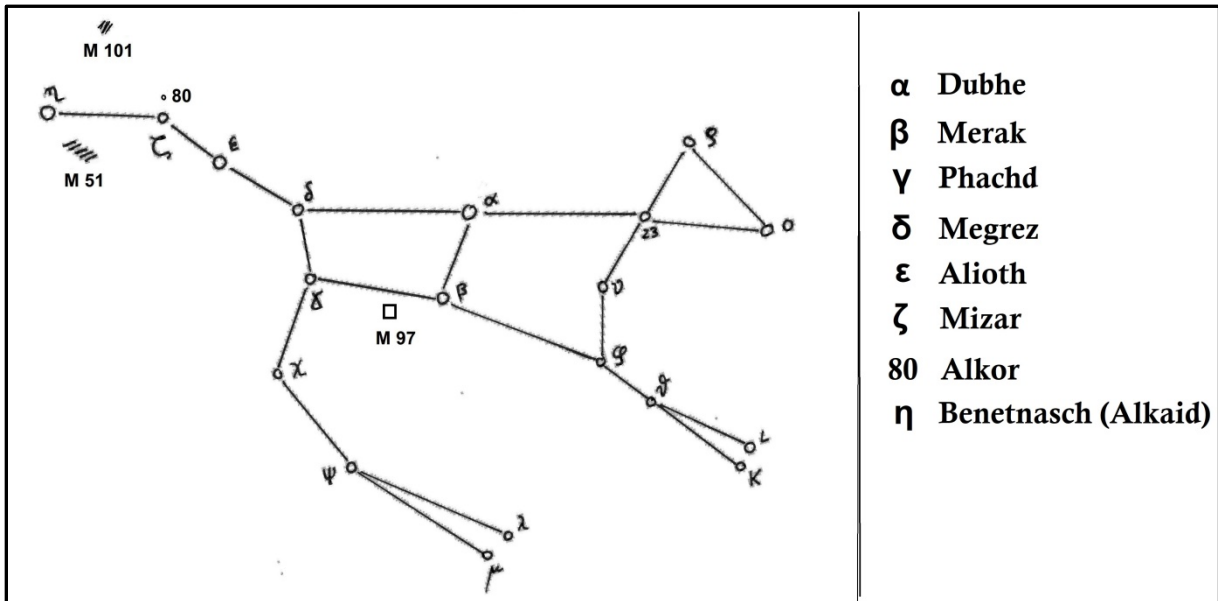


Abb. 3: Das Sternbild des Großen Bären mit Bezeichnungen und Namen der hellsten Sterne (Gr. Wagen)

Die helleren Sterne des Großen Bären, die zusätzlich zu ihrer Bezeichnung mit griechischen Buchstaben (siehe Abb. 3, Stern α bis η) noch Namen tragen, werden wegen ihrer prägnanten Konstellation als Großer Wagen zusammengefasst. Großer Bär und Großer Wagen sind also nicht identisch. Neben dem Stern Mizar (wo die Deichsel einen Knick hat) befindet sich Alkor, der „Reiterlein“ und, weil er nur geringe Helligkeit besitzt, auch „Augenprüfer“ genannt wird.

Teleskopische Objekte des Gr. Bären:

M97 Eulennenbel, ein intergalaktischer Planetarischer Nebel, Entf. 2900LJ

M51 Whirlpoolgalaxie und M101 Feuerradgalaxie, Entf. 24 Mio u. 21 Mio LJ

Zur Veranschaulichung der Entfernungen

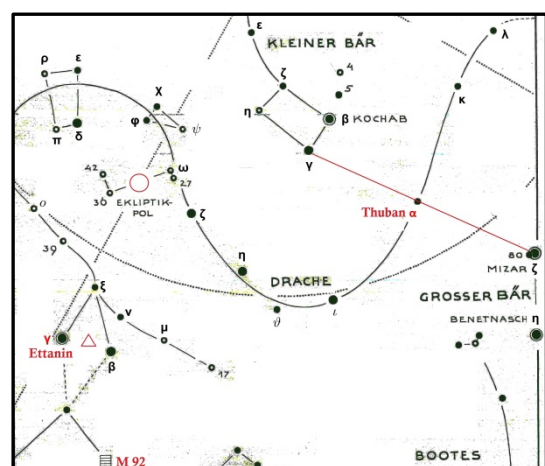
Wenn man die Milchstraße, unsere Galaxie, mit einem Durchmesser von 100 000LJ auf einen Meter schrumpfen lässt, ist M97 2,9cm, M51 240m und M101 210m entfernt!

Das Sternbild Drache

Im Mythos bewacht der Drache Ladon im Garten der Hesperiden den Baum mit den goldenen Äpfeln. Herakles tötet ihn und gelangt so an die begehrten Früchte.

Das Sternbild selbst ist unscheinbar. Es schlängelt sich rechts um den Kleinen Bären und links um den Ekliptikpol, einen wichtigen Punkt

Abb. 4: Das Sternbild Drache



am Himmelsgewölbe. Seine besondere Bedeutung hat dieses Sternbild durch die beiden Sterne Thuban und Ettanin.

Der Stern **Thuban** (α -Draconis) war vor knapp 5000 Jahren (zur Zeit der alten Ägypter) Polarstern. Deswegen wird Thuban mit α bezeichnet, obwohl er selbst ein lichtschwacher Stern ist (Stern 4. Größenklasse) und man für sein Auffinden eine Hilfslinie benutzen muss (s. Abb.4). Unser heutiger Polarstern, der Stern am Deichselende des Kleinen Wagens, war also nicht immer Polarstern, und in 12000 Jahren wird Wega in der Leier Polarstern sein. Der Grund für diesen Wechsel des Polarsterns ist die Taumelbewegung der Erdachse (Präzession), deren Dauer 26000 Jahre beträgt. Der Punkt, um den sich die Erdachse dreht, der Ekliptikpol, liegt in der Linksschleife des Drachen (s. Abb.5).

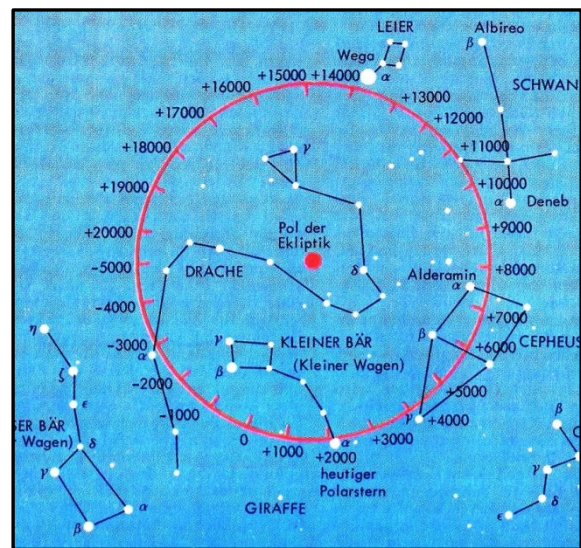


Abb. 5: Der Ekliptikpol mit Präzessionskreis

Den Stern **Ettanin** (γ -Draconis) findet man im Kopf des Drachens (s. Abb.4). Seine Bedeutung ist astrophysikalischer Natur. An ihm hat Bradley 1728 die Aberration des Lichtes entdeckt. Was es damit auf sich hat, sei an einer alltäglichen Erfahrung erläutert.

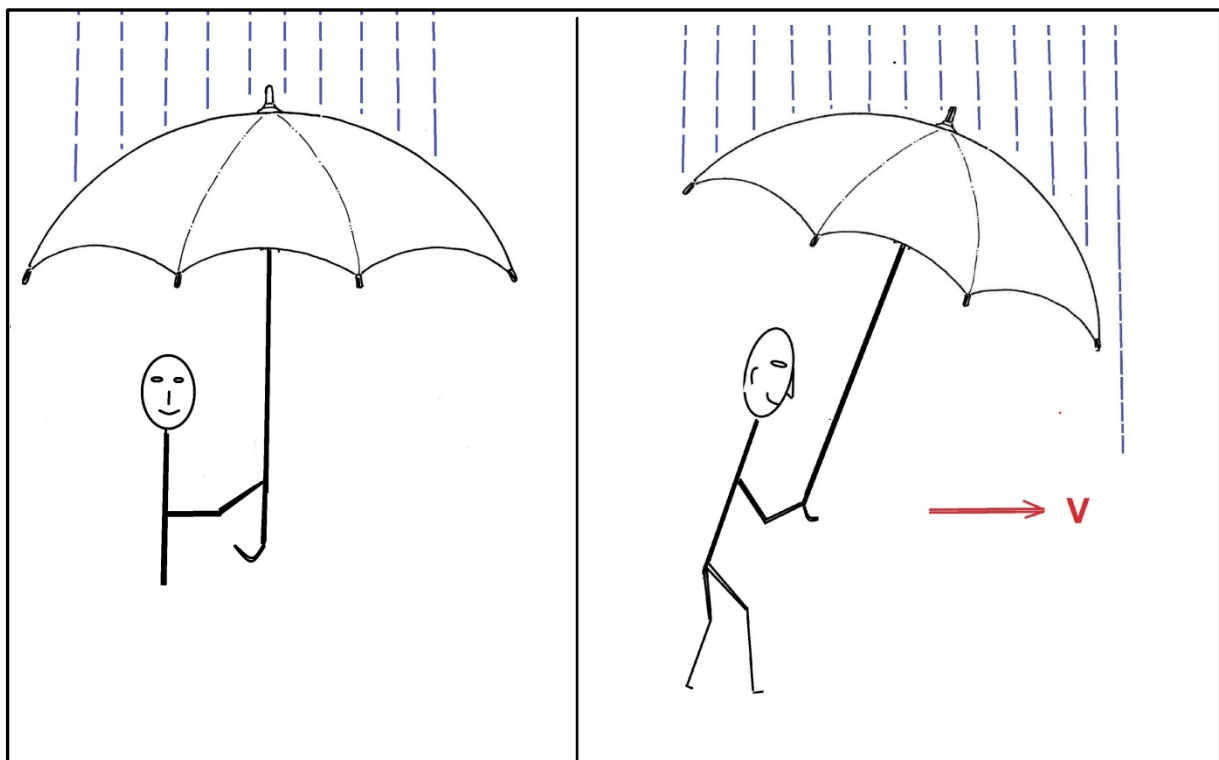


Abbildung 6: Erklärungshilfe für die sog. Aberration des Fixsternlichts

Sie stehen an einer Bushaltestelle. Es regnet. Sie spannen ihren Schirm auf und warten. Doch der Bus kommt nicht, und sie gehen weg. Automatisch neigen sie den Schirm ein wenig in Bewegungsrichtung, um nicht nass zu werden (s. Abb. 6).

Der Stern Ettanin steht in Südengland im Sommer, wenn er den Meridian erreicht, ziemlich genau im Zenit. Das Licht vom Stern wird dann durch die Lufthülle nicht gebrochen. Trotzdem musste Bradley, als er 1728 den Stern Ettanin mit dem Fernrohr anschaute, das Teleskop ein wenig neigen. Wenn man sich den Lichtstrahl als Folge von Lichtteilchen vorstellt (Lichtquanten, Korpuskel) wie Regentropfen, dann muss man das Teleskop, wenn man sich mit dem Teleskop bewegt, ein wenig neigen - genauso wie den Regenschirm (s. Abb.7). Nun hat sich zwar Bradley selbst nicht während des Versuchs bewegt, wohl aber die Erde. Folglich muss der Grund für die Neigung des Teleskops die Bewegung der Erde sein. Bradley hat somit erstmalig

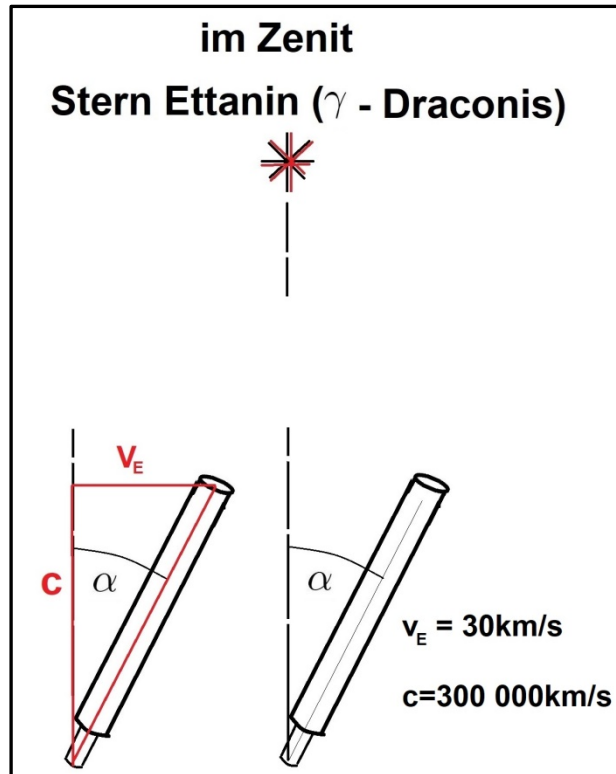


Abbildung 7: Das Bradley-Experiment

direkt experimentell nachgewiesen, dass die Erde nicht im Weltall ruht, sondern sich um die Sonne bewegt. Für α ergibt im rechtwinkligen Dreieck (s. Abb.7) aus v_E (Bahngeschwindigkeit der Erde) und c (Lichtgeschwindigkeit) mit $\tan \alpha = v_E/c$ ein Winkel von $20,6''$ (Bogensekunden!). Dieser Wert stimmt im Rahmen der Messgenauigkeit mit dem experimentellen Ergebnis gut überein.

Weitere Besonderheiten des Sternbilds

1. Draconiden: Meteorstrom 9. Oktober, Radiant im Drachenkopf (s. Abb. 4)
2. M 92: Kugelsternhaufen an der Grenze der visuellen Sichtbarkeit, mit Feldstecher gut sichtbar, Entf. 26000LJ im Halo der Milchstr. , Alter $\sim 13,8$ Mrd. J., d.h. fast so alt wie das Universum!

Die Sternbilder Kassiopeia und Kepheus

Zwei sehr unterschiedliche Sternbilder (s. Abb.8). Kassiopeia ist gut erkennbar und wird wegen seiner prägnanten Form auch Himmels-W genannt. Zusammen mit dem Großen Wagen ist es das markanteste zirkumpolare Sternbild. Kepheus hingegen ist unscheinbar und schlecht erkennbar. Die Hauptsterne bilden ein Viereck mit einem Mittelpunktstern. Zwar sind Kassiopeia und Kepheus zwei sehr unterschiedliche Sternbilder,

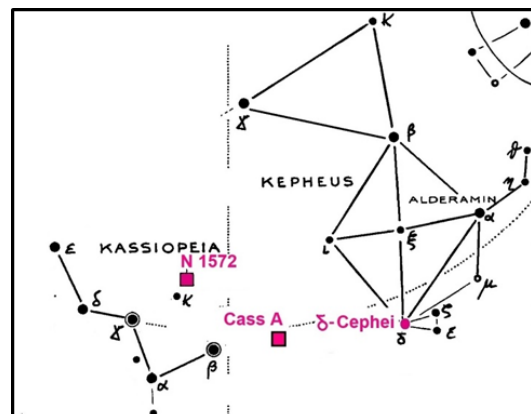


Abb. 8: Die Sternbilder Kassiopeia und Kepheus

was ihre Prägnanz und Sichtbarkeit betrifft; vom Mythos her gesehen gehören sie aber zusammen.

Kepheus ist der König von Äthiopien, Kassiopeia ist seine Gemahlin und Andromeda ihre Tochter. Andromeda soll/muss dem Seeungeheuer Keto(s) geopfert werden. Sie wird von Perseus gerettet. Soweit der Mythos dieser beiden Sternbilder.

Astronomische Highlights dieser Sternbilder (s. Abb.8)

1. N 1572 ist die von Tycho Brahe beobachtete und beschriebene Supernova. Er sprach von einem Neuen Stern (lat. nova stella). Wenn wir heute von einer Nova bzw. Supernova sprechen, so geht dieser Terminus auf Tycho Brahe zurück.
2. Cassiopeia A ist die stärkste extrasolare Radioquelle. (Also nach der Sonne der stärkste Radiostrahler am Himmel)
3. Der Stern δ -Cephei (der Stern Delta im Sternbild Cepheus) ist von seiner visuellen Helligkeit her schwach und unbedeutend. Seine bleibende Bedeutung hat er aber, dass durch die Interpretation einer Eigentümlichkeit dieses Sterntyps der Erkenntnissprung ins extragalaktische Universum vollzogen wurde. Das war 1925. Seitdem ist experimentell gesichert, dass unsere Milchstraße eine unter vielen ist. Sie hat damit ihr Alleinstellungsmerkmal, die einzige im Universum zu sein, verloren. Aber der Reihe nach: Was δ -Cephei für die Astronomie interessant machte, ist sein periodischer Helligkeitswechsel. Nun gibt es verschiedene Arten veränderlicher Sterne. Der Helligkeitswechsel von δ -Cephei beruht auf einer periodischen Ausdehnung seiner Hülle. Im Laufe der Zeit hat man noch viele andere Sterne gefunden, die diese Art Helligkeitswechsel zeigen. Sie unterschieden sich nur in der Periodendauer und der mittleren scheinbaren Helligkeit (Die Periodendauer von δ -Cephei beträgt 5,3 Tage). Man fasste sie alle unter dem Namen δ -Cepheiden oder kurz Cepheiden zusammen. Das astrophysikalische Problem bestand nun darin, dass die scheinbare Helligkeit nichts über ihre wirkliche absolute Helligkeit aussagt. Die scheinbare Helligkeit eines weit entfernten Sterns ist geringer als die eines relativ nahen mit gleicher absoluter Helligkeit. Um sie zu bestimmen, benötigt man somit noch die Entfernung. Die amerikanische Astronomin Leavitt entdeckte 1912 in der Kleinen Magellanschen Wolke Cepheiden. Da sie von der Erde aus praktisch gleich weit entfernt waren, konnte sie den Zusammenhang zwischen absoluter Helligkeit und Periodendauer ermitteln. Diese Beziehung wurde dann an δ -Cephei geeicht. 1925 konnte Hubble mit dem damals stärksten Teleskop auf dem Mount Wilson im Westen der USA im Andromeda-Nebel einzelne Sterne identifizieren, unter ihnen auch Cepheiden. Mit der von Leavitt gefundenen Beziehung konnte er die Entfernung der Cepheiden im Andromeda-Nebel und damit die Entfernung des Andromeda-Nebels bestimmen. Sie war um ein Vielfaches größer als der Durchmesser unserer Milchstraße. (Heutiger Wert 2,5 Mio LJ, im obigen Maßstab wären das 25m). Der Andromeda-Nebel war damit eine Sternenansammlung weit außerhalb unserer eigenen Galaxie und damit eine eigene Galaxie und nicht ein Gas-Nebel innerhalb unserer Milchstraße. Damit war erkenntnismäßig der Sprung ins extragalaktische Universum gelungen, ein großer Sprung in unserem astronomischen Weltbild. Vorher hatte man zwar vermutet, dass die vielen nebelartigen Gebilde ähnliche Gebilde wie unsere Milchstraßen sein könnten. Kant sprach von Welteninseln. Hubble hat aber den definitiven Beweis erbracht.

Hilfslinien zur Orientierung am Sternenhimmel (Alignements)

Zur Orientierung an der Sphäre benutzt man prägnante Sternbilder, die zu jeder Jahreszeit zu sehen sind, d.h. zirkumpolare Sternbilder. Der Orion ist zwar ein sehr prägnantes Sternbild, kommt aber nicht in Frage, da er nur im Herbst und Winter zu sehen ist. Die Wahl

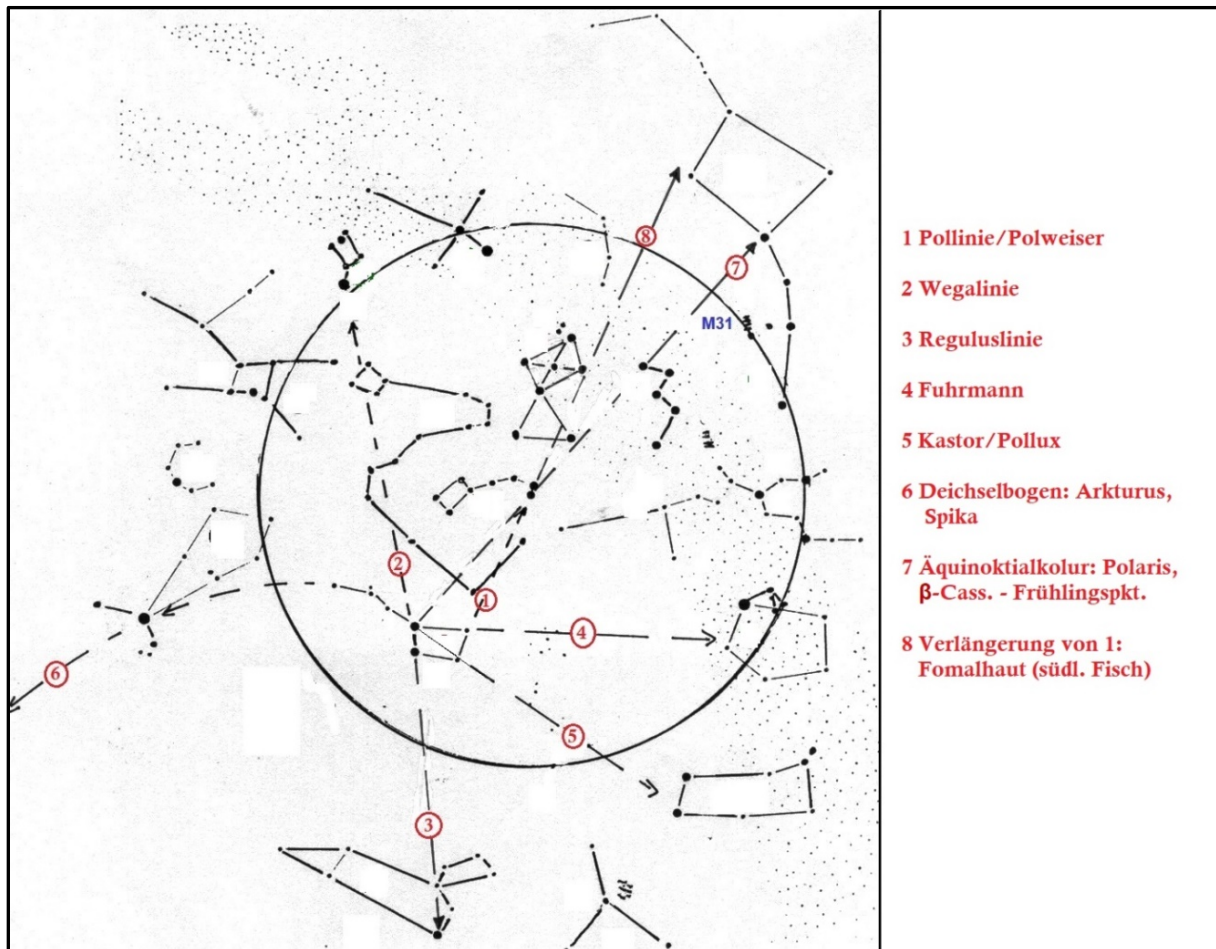


Abbildung 9: Hilfslinien zur Orientierung an der Sphäre

fällt dann sehr schnell auf den Großen Wagen. Er ist ja neben der Kassiopeia das prägnanteste zirkumpolare Sternbild. Diese Hilfslinien werden mit dem aus dem Französischen stammenden Ausdruck Alignements bezeichnet. Sie sind Verbindungslinien zwischen zwei Sternen des Sternbilds, die durch Verlängerung zu anderen Sternen führen. Die bekannteste Hilfslinie ist wohl die sog. Pollinie, die durch 5-fache Verlängerung der Hinterachse des Großen Wagens auf den Polarstern führt. Außer diesen hier vorgestellten Hilfslinien gibt es noch eine Vielzahl von Orientierungshilfen. Erinnerung sei an das Sommerdreieck aus Wege, Deneb und Atair.

Da schon mehrfach vom Andromeda-Nebel (M31) die Rede war und er die einzige Galaxie ist, die mit freiem Auge zu sehen ist, soll hier eine Hilfe zum Auffinden vorgestellt werden. Man sucht Cassiopeia auf und halbiert den Winkel des zweiten W-Teils und verlängert die Linie (rot in Abb.10). Man stößt auf den relativ hellen Stern Mirach im Andromeda-

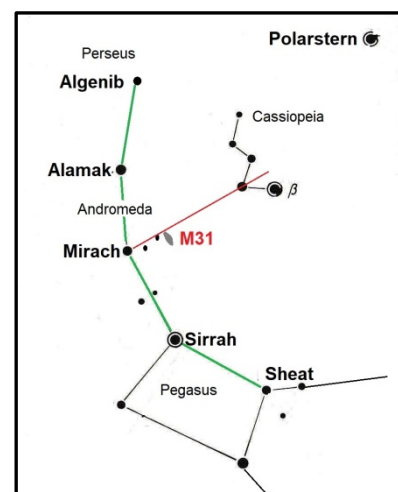


Abbildung 10: Aufsuchhilfe für M31 und die 5-Sterneihe (grüne Linie)

Sternbild. Neben diesem wieder in Richtung Cassiopeia befinden sich zwei Sterne, neben dem 2. erkennt man dann den schwachen Nebelfleck von M31. (Der Stern Mirach ist ein Mitglied der 5-Sternreihe, Sterne von ungefähr gleicher Helligkeit und gleichem Abstand. Sie verbindet drei Sternbilder: Perseus, Andromeda und Pegasus. Sie überstreicht einen Bereich von 60° des Himmelsgewölbes)

Der Große Wagen als Himmelsuhr und die Sternzeit

In der Abb. 11 sind die Positionen des Großen Wagens in der Nacht vom 25. zum 26. Dezember im Abstand von je 6 Stunden eingezeichnet - mit Angabe der Sonnenzeit (schwarz MEZ) und der Sternzeit (rot). Die Sternzeiten gelten unabhängig vom Datum. D.h. immer wenn der Große Wagen die untere Position am Himmelsgewölbe erreicht, ist es 0 Uhr Sternzeit. Daraus ergeben sich zwei Fragen: 1. Warum unterscheidet man überhaupt Sonnen- und Sternzeit? Warum begnügt man sich nicht mit nur einer? 2. Was ist der Grund dafür, dass die Sonnen- und die Sternzeit ganz offensichtlich unterschiedlich sind?

Die Dauer eines Tages – ganz gleich ob Sonnen- oder Sterntag – ist definiert als die Dauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen eines Gestirns. Für den Sonnentag nimmt man sinnvoller Weise das

Tagesgestirn, die Sonne, und entsprechend für den Sterntag irgendeinen Stern. Wenn man mit einer technischen Uhr die Dauern misst, stellt man fest, dass der Sterntag um ungefähr 4 Minuten kürzer ist als der Sonnentag. Sonnen- und Sterntag sind also unterschiedlich lang. Wieso ist das so?

Weil man davon ausgeht, dass sich die Fixsterne im Laufe eines Tages nicht weiterbewegen (deswegen heißen sie ja Fixsterne), entspricht dem Sterntag eine Erddrehung von 360°. Bei der Dauer eines Sonnentages muss allerdings die Bahnbewegung der Erde um die Sonne berücksichtigt werden. Sie hat sich in einem Tag um ca. 1° auf der Bahn um die Sonne weiterbewegt. Damit die Sonne wieder im Meridian erscheint, muss sich entsprechend die Erde um 1° mehr als eine Voldrehung drehen. Und dafür braucht sie 4 Minuten.

Weil der Normalbürger sich nicht nach den Sternen richtet, ist für ihn die Sternzeit ohne Belang. Für seinen Tagesablauf ist es wichtig, ob die Sonne auf- oder untergeht oder ob sie hoch am Himmel steht. Danach richtet sich sein Tagwerk. Für den Astronomen ist es nicht wichtig, wo gerade die Sonne steht. Er weiß, wenn es 0 Uhr Sternzeit ist, dass dann der Frühlingspunkt kulminiert und damit all die Sternbilder, die sich in seiner Nähe befinden wie z.B. Pegasus und die Andromeda (mit M31), und dass der Große Wagen tief im Norden über dem Horizont zu sehen ist – unabhängig von der Sonnen- und Jahreszeit. Natürlich muss der Astronom aus dem Datum und der Sonnenzeit die Sternzeit ermitteln können. Aber das ist eine Frage, die hier nicht zur Diskussion steht.

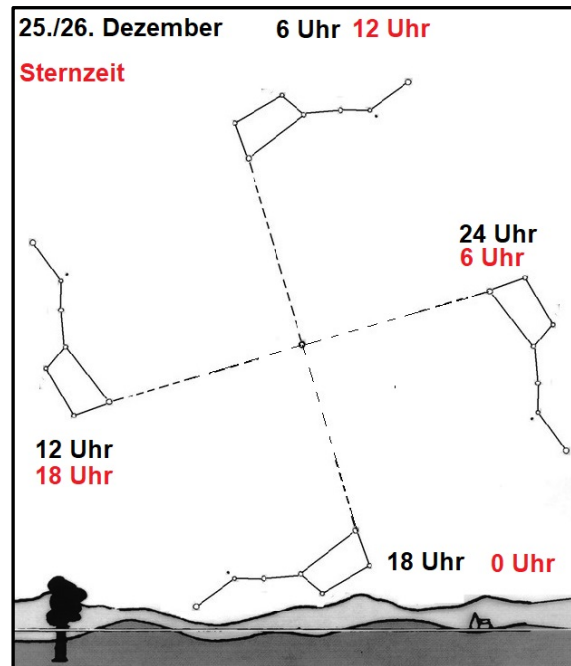


Abbildung 11: Der Große Wagen als Zeiger einer Himmelsuhr (schwarz Sonnenzeit MEZ, rot Sternzeit)

Quellennachweis

Abb. 1: Ulrich Kressin, Das Sonnensystem, 1979, S.58

Abb. 4 und 8: O.Thomas, R. Teschner, Atlas der Sternbilder, 1945, 1962, bearbeitet

Abb. 5: Joachim Herrmann, dtv-Atlas zur Astronomie, 1973, S.62

Viktor Schreier, 22. April 2024