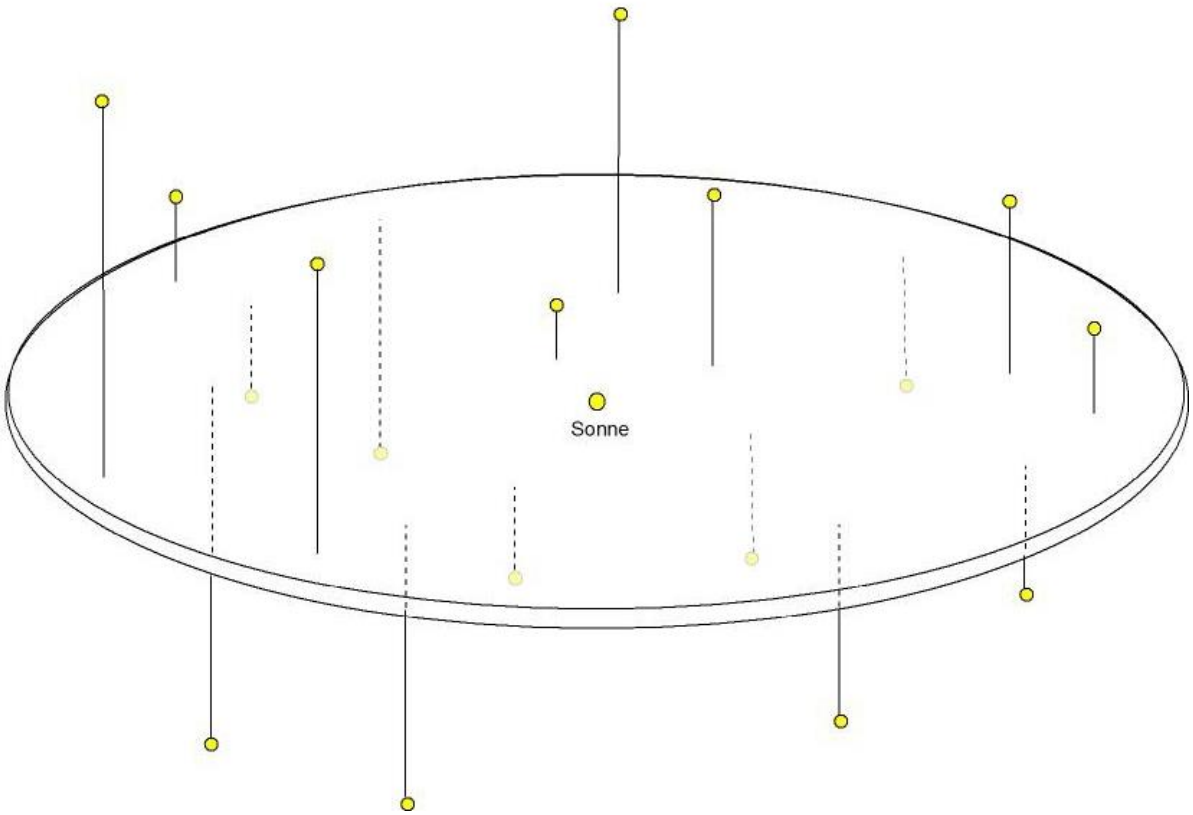
Landeshauptstadt Hannover

Hannover

Schulbiologiezentrum



19.40

Unsere leuchtenden Nachbarn

Ein 3D-Modell der Sterne in unserem Teil der Milchstraße

2000 / 2015 (unveröffentlicht)

Neufassung August 2022

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover

Schulbiologiezentrum Hannover

Titel: Unsere leuchtenden Nachbarn

Ein 3D-Modell der Sterne in unserem Teil der Milchstraße

Titelbild: Ingo Mennerich

Arbeitshilfe 19.40

Verfasser: Ingo Mennerich

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Bibliothek und Schule
Schulbiologiezentrum
Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover
Tel: 0511/168-47665
Fax: 0511/168-47352
E-Mail: schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de
Internet: www.schulbiologiezentrum.info

Inhalt

Warum die Biologie sich auch mit Sternen beschäftigen sollte … 1

Wir sind nicht mehr der Nabel der Welt 1

Kurzübersicht eines 3-D-Modells 2

Schütze, Löwe, Jungfrau und Orion gibt es nur auf der Erde 2

Wie sieht der Orion aus wenn man ihn von der Seite anschaut? 3

Plejaden und Cassiopeia als weitere Beispiele für 3-D-Modelle 5

Unsere Sonne in der Milchstraßen-Galaxis 6

Lichtjahre, Rektaszension und Deklination 8

Von der äquatorialen zur galaktischen "Adresse" 8

Umrechnung vom äquatorialen zum galaktischen Koordinatensystem 10

Formeln zur Umwandlung 10

Umsetzung der Ergebnisse im Modell 12

Datenquellen Wikipedia 14

Schneetreiben: Jeder Stern eine Schneeflocke (Modellvorstellung Wikipedia) 14

Anhang: 360° -Winkelmesser 15

Abschätzen der galaktischen Koordinaten eines Sterns mit einer Sternkarte 16

Anhang: Positionen einiger heller Sterne im Modell 17

Anhang: Atlas of the Universe: Nahe Sterne (12, 20 und 50 Lj. Entfernung) 18

Anhang: Auf der Nordhalbkugel mit bloßem Auge sichtbare nahe Sterne 21

Anhang: Nomogramme zur Umwandlung äquatorialer in galaktische Koordinaten 23

Warum die Biologie sich auch mit Sternen beschäftigen sollte

Ohne den Stern mit dem Namen "Sonne" gäbe es kein Leben auf der Erde. Und ohne die viel massereicheren Nachbarsterne, die am Ende ihrer Entwicklung die durch sie erbrüteten chemischen Elemente ins All schleudern auch nicht. Die Biologie als Wissenschaft und Lehre vom Leben ist daher eng mit den Sternen und ihrer Physik verknüpft. Daher hat das Schulbiologiezentrum Hannover jahrzehntelang astronomische Themen im Angebot gehabt.

Leider ist die Astronomie kein Schulfach und fließt auch nur selten in andere Fächer ein. Mit unserer "Sternenseite" auf www.schulbiologiezentrum.info möchten wir Ihnen Anregungen für astronomische "Ausblicke" im fächerübergreifenden Unterricht oder in AGs geben.

Eine erste Urfassung dieser Arbeitshilfe entstand 2000. Sie wurde 2015 erweitert aber nie veröffentlicht. Dies möchten wir jetzt nachholen.

Als zur EXPO 2000 der Themengarten "Sonne, Energie, Klima" eingerichtet wurde entstand entlang des Hauptweges ein maßstabgetreuer Planetenpfad mit der Sonne als Golfball und stecknadelkopfgroßen Planeten. Mit etwa 150 m Länge möchte er die riesigen Distanzen und Leerräume im Sonnensystem begreiflich machen. Vielleicht erkennt der eine oder die andere dabei, wie klein und unbedeutend unser Krümel "Erde" ist. Die nächsten "Golfbälle" wären in diesem Maßstab schon tausende von Kilometern entfernt. Eine modellhafte praxistaugliche Darstellung auch nur der benachbarten, hellen und bekannten Sterne erfordert Maßstäbe, in der die Sonne, das Sonnensystem und die Sterne nur noch mikroskopisch klein wären.

Die Entfernungen relativ naher Objekte sind noch mit in der Schule nachvollziehbaren Mitteln der Trigonometrie zu erfassen. Sterne erfordern andere Methoden. Zu beidem hat das Schulbiologiezentrum eine Vielzahl von Materialien veröffentlicht.

Wir sind nicht mehr der Nabel der Welt

Die Naturwissenschaft hat "Mutter Erde" spätestens nach Kopernikus und Galilei aus ihrer zentralen Position verdrängt. Und auch das damals "neue" heliozentrische Weltbild mit der Sonne als räumlicher Mitte musste der Einsicht weichen, dass sie nur ein unbedeutender Stern unter Hunderten Milliarden anderer Sonnen ist, ein glühendes Kügelchen am Rande einer im kosmischen Maße winzigen Galaxis in einem unendlichen (?) Raum, in dem sich Hunderte von Milliarden anderer Galaxien mit jeweils Hunderten Milliarden von Sonnen verlieren.

Diese Erkenntnis mag auf den ersten Blick erschrecken. Die religiös-philosophischen "Haltegriffe", die dem Leben auf der Erde ein Zuhause und einen Sinn geben mögen, erscheinen plötzlich bar jeder Verankerung. Je tiefer die Wissenschaft ins All blickt, desto kleiner werden wir, und das nicht nur im räumlichen Sinne: Es scheint, als ob jede neue, von den Astrophysikern aufgestoßene Tür eine Vielzahl neuer Türen offenbart, hinter sich weitere ungelöste Probleme verbergen. Wenn einem da schwindelig wird, so möge er doch bedenken, dass der Erkenntnisgewinn auch positiven Seiten hat: Unsere Generation hat das Glück, einer Zeit anzugehören, deren weiter und schnell wachsender Erkenntnishorizont dazu führen könnte, anthropozentrische Überheblichkeit zu reduzieren und eine philosophische und praktische Bescheidenheit zu begründen. Wenn wir uns denn darauf einlassen...

Diese Unterrichtsanregung möchte Sie dazu verleiten, sich mit Schülern auf eine "Rundreise" durch die Welt der auf der Erde hellsten und bekanntesten Sterne zu begeben. Sie alle sind, zusammen mit hunderten Milliarden anderer ein Teil der Galaxis die wir in klaren dunklen Nächten als "Milchstraße" erkennen können. Der Reiseverlauf soll sich im Laufe dieser "Reise" in einem Modell unserer (näheren) Sternen-Umgebung niederschlagen.

Kurzübersicht eines 3-D-Modells

Das hier vorgestellte Modell der näheren Umgebung unseres Sonnensystems positioniert die von Ihnen gewählten Sterne im dreidimensionalen Raum. Dieser Raum ist nur ein kleiner Teil der scheibenförmigen Milchstraßen-Galaxis, einer von vielleicht einer Billion anderer "Sterneninseln". Bezugsfläche des Modells ist die galaktische Ebene, die man in dunklen Nächten als milchiges Band am Himmel erkennt. Die bei uns sichtbaren Sterne befinden sich über, auf und unter dieser Ebene. Ihre auf die Erde bezogenen "Adressen" (Rektaszension, Deklination) werden mit Hilfe dreier Formeln per Taschenrechner, oder bequemer, mit dem auf unserer "Sternen-Seite" herunterladbaren EXCEL-Programm in galaktische Koordinaten verwandelt. Mit den in Lichtjahren angegebenen Entfernungen erhalten Sie die Position der Sterne im Modell. Den Maßstab wählen Sie selbst, je nach der Größe des dargestellten Raums.

Die galaktische Ebene wird in Gestalt einer Acryl- oder Holzscheibe dargestellt. Die Größe sollte zwischen 50 und 150 cm Ø liegen. In das Zentrum der Scheibe legen wir das eigentlich am Rand der Galaxis gelegene Sonnensystem (anders als bei einem Modell der *ganzen* Galaxis!). Als Sterne in unserer "Nachbarschaft" verwenden wir kleine gelbe, mit Loch versehene kleine Holzkugeln aus dem Bastlergeschäft. Befestigt werden sie mit Metallstäben (z.B. Schweißstäben aus dem Baumarkt). Die Stäbe werden je nach Position des Sterns unterschiedlich lang geschnitten und in je nach Stern verschiedener Richtung und Entfernung vom Zentrum in eine Bohrung geklebt (s. Abb. auf dem Titelblatt).

Schütze, Löwe, Jungfrau und Orion gibt es nur auf der Erde

Kennen Sie jemand, der sein Sternzeichen nicht kennt? Horoskope sind populär, viele glauben zumindest unterschwellig daran. Paradoxerweise haben nur wenige ihr Sternzeichen am Himmel gesehen und vermuten, dass man das dann etwa um den Geburtstag herum versuchen könnte. Wer das mal versucht wird erkennen, dass das überhaupt nicht stimmt. Ein geborener "Fisch" wird im Winter die "Zwillinge", den "Stier", den lichtschwachen "Krebs" erkennen, nie aber die "Fische" und die benachbarten Sternzeichen.

Die zwölf Sternzeichen sind die Sternbilder entlang der Ekliptik, welche die Sonne im Jahreslauf zu durchwandern scheint. Dass dies der Bewegung der Erde um die Sonne geschuldet ist gehört heute zum quiztauglichen Standardwissen. Die wenigsten aber werden das durch eigene Beobachtung nachvollziehen können. Auch die Planeten im Sonnensystem ("Wandelsterne") und der Mond bewegen sich mehr oder weniger entlang der Ekliptik.

Nach dem Weltbild der Alten waren die Sterne "Löcher" in der Himmelskuppel durch die das göttliche Licht auf die Erde fiel. Sie erkannten im Muster der Sterne mythische, auf die Menschen wirkende Gestalten und gaben ihnen Namen die sich bis in die heutige Zeit erhalten haben.

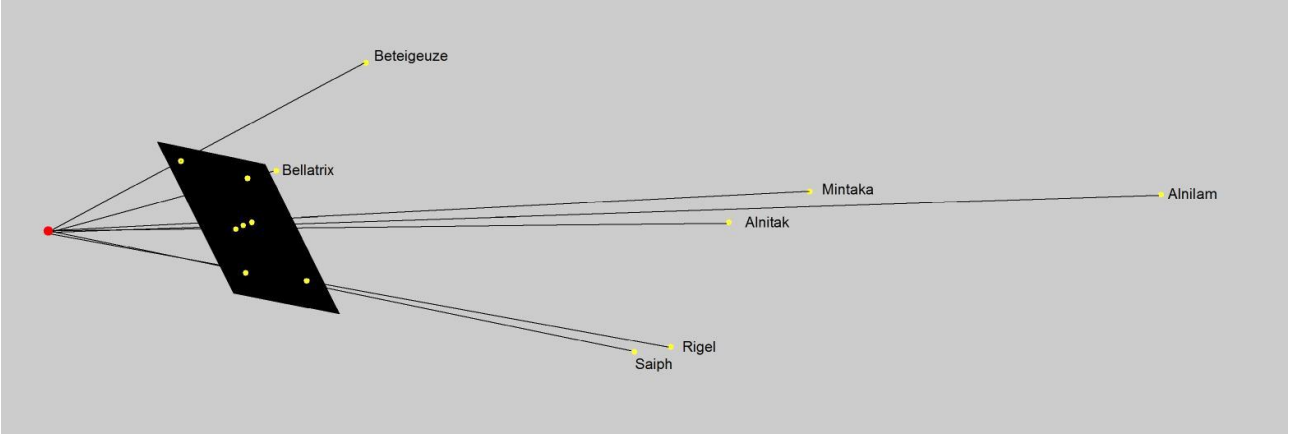
Es wäre naheliegend, im Modell hell leuchtende, leicht zu erkennende Sterne aus den zwölf "Sternzeichen" in das Modell zu bringen. Etwa Spica in der Jungfrau, Castor und Pollux in den Zwillingen, Aldebaran im Stier oder Antares im Skorpion.

Ein Sternbild, das nicht in Horoskopen auftaucht ist der markante "Himmelsjäger" Orion. In langen Winternächten fällt er mit seinen hellen Sternen sofort ins Auge und ist selbst in lichtverschmutzten Städten gut zu erkennen. Zwei Sterne bilden die Schultern, drei Sterne den Gürtel, zwei Sterne die Füße. In wirklicher Dunkelheit erkennt man auch Kopf, Arme, Beine und das Schwert mit dem berühmten Orionnebel. Übrigens: In den Tropen steht der Orion nicht aufrecht, sondern schwebt als "Schmetterling" über den Himmel.

Auch in großen Teleskopen erscheinen Sterne, selbst tausendfach größere als unsere Sonne, nur als Punkte. Heute wissen wir, dass die Sterne nicht wie Lampen am zweidimensional aufgespannten

"Himmelszelt" aufgehängt sind, sondern in ganz unterschiedlichen Entfernungen im Raum verteilte Sonnen sind. Daraus folgt, dass unsere Sternbilder nur eine auf den erdnahen Raum beschränkte perspektivische Täuschung sind. Da es große, kleine, kräftig und schwächer leuchtende Sterne gibt ist die Helligkeit am irdischen Himmel entgegen allem Augenschein kein Indiz für ihre Entfernung.
Als die Astronomie vor nicht allzu langer Zeit in der Lage war, die Entfernungen auch weit entfernter Himmelskörper zu bestimmen musste man erkennen, dass scheinbar nebeneinander stehende Sterne manchmal viel weiter voneinander entfernt sind als von der Erde. Orion gibt es also nur bei uns. Interessant wäre aber die schon im folgenden Modell lösbare Frage, ob man ihn auch auf dem Mond oder dem Mars als Orion wahrnimmt oder erst auf einen Planeten eines benachbarten Sterns.

Wie sieht der Orion aus wenn man ihn von der Seite anschaut?



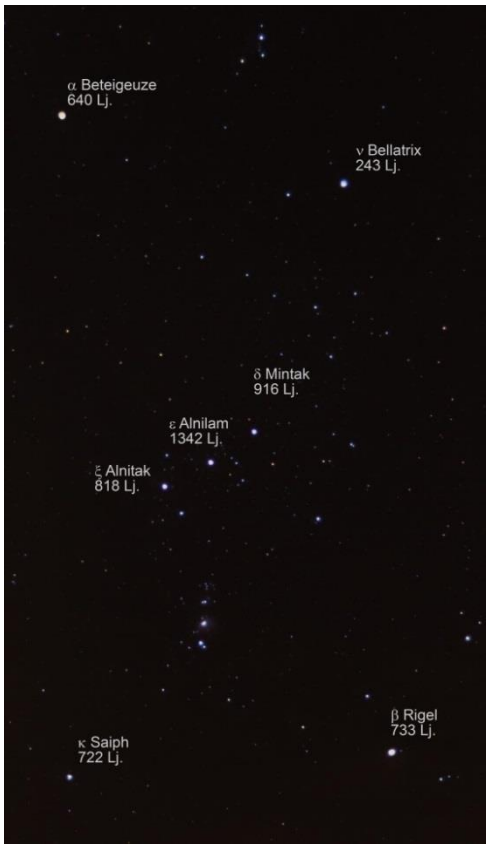
So sehen wir den Orion und so sind die Sterne im Raum verteilt …

Um eine Vorstellung zu bekommen, wo sich die Sterne des Orion befinden bauen wir uns ein paar "Sternangeln": Am Ende eines Holzstabes wird ein "Stern" aus Knetmasse (wir haben es auch einmal mit Lärchenzapfen ausprobiert!) aufgehängt. Als "Fernrohr" dient ein auf einen Tisch oder ein Stativ montierter Ring. Die Entfernungen der Sterne zur Erde (in Lichtjahren) werden auf Klassenraumgröße heruntergeteilt, z.B. 650 Lj. = 650 cm. Mehrere "Sternangler", α, β, γ, δ usw. , stellen sich in entsprechendem Abstand vor das "Fernrohr". Ein "Sterngucker" schaut durch den Ring und dirigiert die "Sternangler" so lange nach links und rechts, oben und unten, bis das Sternbild in richtiger Form im Ring erscheint.

Als weitere Idee: Wir haben den Orion an die Wand projiziert und an den "Sternen" Fäden befestigt, die am "Fernrohr" zusammengeführt wurden. Die Fäden tragen je eine verschiebbare Kugel. Haben alle den gleichen Abstand zum Ring erscheint der Orion. Das geschieht auch wenn sie im richtigen Abstand zum Beobachter positioniert werden. Dann erscheinen sie größer und kleiner. Aus der Erkenntnis, dass es im Orion helle, aber sehr weit entfernte und nahe, viel schwächere Sterne gibt sollte folgen, dass es kleine, größere, helle und schwächer leuchtende Sterne gibt und das die Helligkeit kein Hinweis auf die Größe oder Lichtstärke ist.

Anstelle des Rings ist auch ein Dia- oder ein Tageslichtprojektor denkbar. Auf der Leinwand am gegenüberliegenden Ende unserer Aufstellung erscheint dann das Sternbild als Schattenwurf.

Es gibt im Orion einige mit 26 bzw. 28 Lichtjahren Entfernung recht nahe und mit bloßem Auge kaum erkennbare Sterne. Andererseits Superriesen, deren Licht mehr als 1000 Jahre braucht um die Erde zu erreichen und die so hell sind, dass sie als erste in der Abenddämmerung erscheinen. Zum Thema Entfernung von Sternen mehr in unserer Arbeitshilfe "Zum Greifen nah? Entfernungsbestimmung von Sternen".



	d	mag	M	r☉
Rigel	733	+0,18	-6,693	79
Beteigeuze	640	+0,45	-5,137	764
Bellatrix	243	+1,64	-2,721	5,75
Saiph	722	+2,07	-4,654	22.2
Alnitak	818	+1,74	-5,255	20
Alnilam	1342	+1,69	-6,382	32,4
Mintaka	916	+2,25	-4,993	10,4

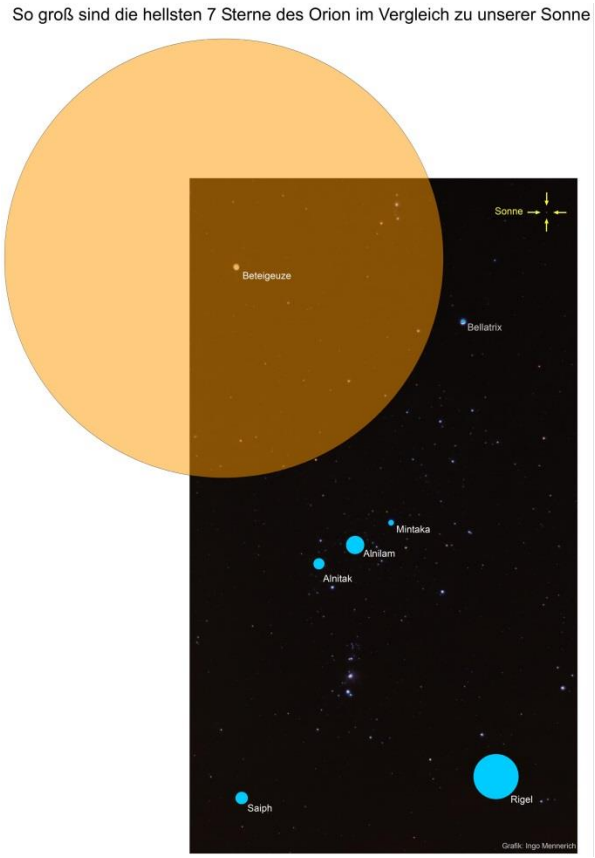
d:
Entfernung in Lichtjahren

mag:
Scheinbare Helligkeit (auf der Erde)
(je geringer der Wert, desto heller der Stern)

M:
Absolute Helligkeit in 32,5 Lj. Entfernung
(je geringer der Wert, desto heller der Stern)

r☉
Größe in Vielfachen des Sonnenradius

Quelle: Wikipedia und Redshift



Grafik: Ingo Mennerich

Die Sterne sind nicht nur verschieden weit entfernt, sie sind auch unterschiedlich groß.

Der Gedanke liegt nahe, das im Modell mit kleinen und großen Kugeln dazustellen.

Auf unserem Planetenpfad werden Entfernungen und Größen im gleichen Maßstab abgebildet.

Das ist bei Sternen nicht möglich.

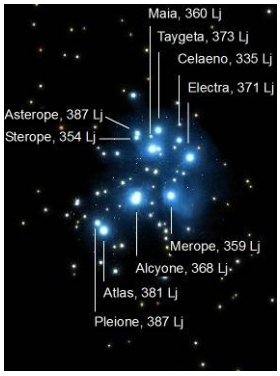
Ein Beispiel:

Der Sonnendurchmesser beträgt etwa 1,4 Millionen km. Beteigeuze ist 794mal so groß, d.h. etwa 1,1 Milliarden km.
640 Lichtjahre mal 9,46 Billionen km sind etwa 6 Billiarden Kilometer.
Das Verhältnis zwischen Größe und Entfernung des Riesensterns liegt in der Größenordnung von 1/1000000. Bei einem Modellabstand von 1 m hätte er die Größe von einem Millionstel Meter oder 0,001mm. Das ist die Größe eines Bakteriums.

Foto: NASA /Wikimedia

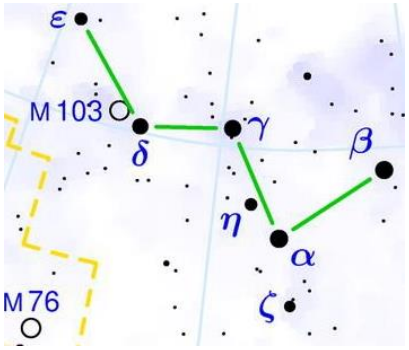
Der 1350 Lichtjahre entfernte Orionnebel ist eine riesige Wolke aus Wasserstoff der durch nahe Sterne zum Leuchten angeregt wird. Er ist zusammen mit anderen Sternen als "Schwert des Orion" mit bloßem Auge unter den drei Gürtelsternen zu erkennen.
In sehr dunklen Nächten erscheint er mit 1° Ausdehnung doppelt so groß wie der Vollmond
Sein Durchmesser wird mit 24 Lichtjahren angegeben. Das sind etwa 227 Milliarden Kilometer.

Plejaden und Cassiopeia als weitere Beispiele für 3-D-Modelle



Es gibt auch Beispiele für recht nahe beieinander stehende Sterne, wie beispielsweise die Plejaden ("Siebengestirn") im Sternbild Stier.

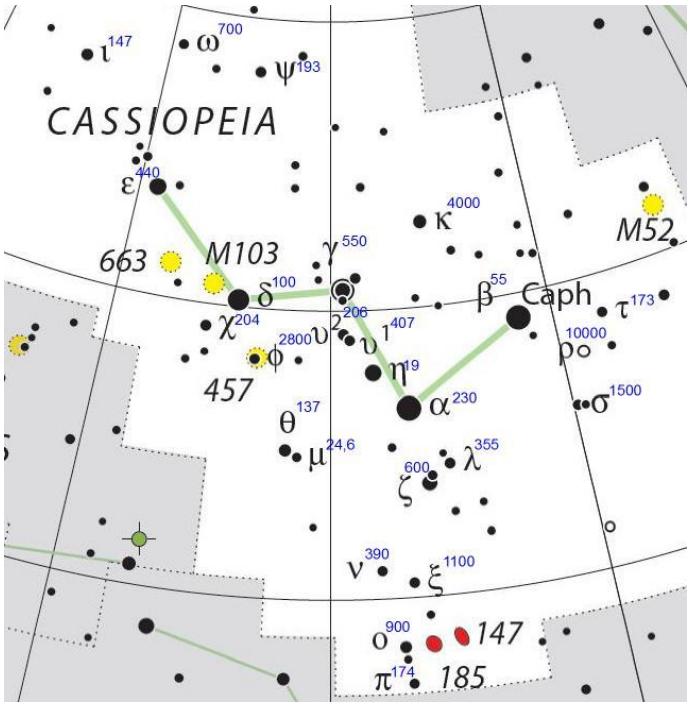
Auch dazu könnte man ein Modell bauen.



Das "Himmels-W" Cassiopeia ist im Gegensatz zum Orion ganzjährig zu sehen und ist, was die Unterschiede in den Entfernungen der Sterne angeht noch viel extremer:

- α 230 Lj.
- β 55 Lj.
- γ 550 Lj.
- δ 100 Lj.
- ε 440 Lj.
- η 19 Lj.
- ζ 600 Lj.

In wirklich dunklen Nächten wird man noch mehr als das "W" erkennen. Dann kann man noch viel tiefer in die Vergangenheit schauen: κ (kappa) cas ist 4000, ρ (rho) cas 10000 Lichtjahre entfernt.



Cassiopeia und die Entfernungen der Sterne (Wikipedia, Cassiopeia)
Grafik: https://www.iau.org/public/themes/constellations/#cas,
Bearbeitung (Entfernungen): Ingo Mennerich

Die Sternkarte zeigt die Entfernungen in blauen Ziffern. Kopiere die Cassiopeia auf Overheadfolie. Halte sie in Armlänge vor deine Augen und schaue durch sie hindurch auf eine dir bekannte Umgebung.

Ein Lichtjahr sei ein Meter.

Der nächste Stern ist 19, der entfernteste Stern 10000 Lichtjahre entfernt.

Wo befinden sich die "Sterne" dann?

Übrigens:
Hätte der uns nächste Stern Alpha Centauri einen Planeten auf dem intelligente Wesen wohnten dann würden diese unsere Sonne als weiteren Stern links des "Himmels-W's" sehen können. Durch die geringe Entfernung von nur etwas mehr als vier Lichtjahren sieht der Sternen-himmel dort dem unsrigen sehr ähnlich.

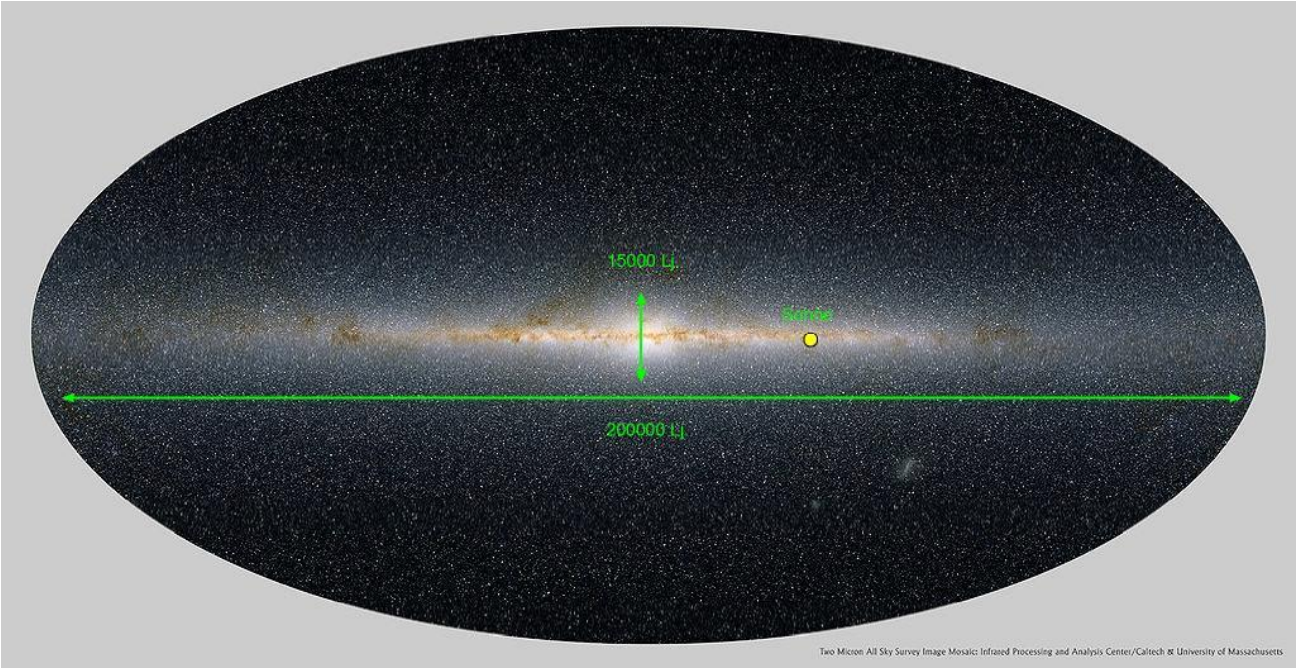
Unsere Sonne in der Milchstraßen-Galaxis

Milchstraße, Foto: nasa.gov

In klaren dunklen Nächten zieht sich die Milchstraße als schwach leuchtendes Band von Horizont zu Horizont über den ganzen Himmel. Wer ihr über den Horizont hinaus folgt wird feststellen, dass sie keinen Anfang und kein Ende hat und die Erde wie ein Ring zu umspannen scheint. Aufmerksamen Beobachtern wird nicht entgehen, dass sich in ihrer Nähe auch die meisten hellen Sterne befinden.
Die Menschheit hat lange gebraucht um die "im Himmel vergossene Milch" richtig zu interpretieren. Das Aufkommen von Fernrohren zeigte, dass das leuchtende Band aus einer Unzahl schwacher Sterne besteht. Das kann man heute mit jedem Fernglas selbst beobachten. Als man mit starken Teleskopen erkannte dass der milchige nebelartige Fleck im Sternbild Andromeda aus Myriaden von Sternen besteht lag der Schluss nahe, dass die Milchstraße auch eine solche Galaxie (von "galas" = Milch) ist.

Andromeda-Galaxie Foto: Wikipedia

Heute weiß man: Unsere Heimat ist eine uns umgebende zu Spiralarmen ausgezogene Scheibe aus mehreren 100 Milliarden Sternen. Das schon für sich unvorstellbar große Sonnensystem ist nur ein winziger, am Rande gelegener Teil der uns umgebenden flachen "Sterneninsel".
Der Scheibendurchmesser der Milchstraßen-Galaxis beträgt bis zu 200000 Lichtjahre (1 Lj. = 9,46 Bill. km), die "Dicke" beträgt im Zentrum ca. 15000 Lichtjahre, am Rand flacht sie auf etwa 1000 Lj. ab.
Um eine Vorstellung von der riesigen Anzahl von Sternen zu bekommen: Würde man ununterbrochen 65 Jahre lang in jeder Sekunde 100 Sterne zählen können käme man auf etwas mehr als 200 Milliarden. Unsere Sonne ist in Bezug auf Größe, Masse und Helligkeit ein eher unbedeutender Stern. Sie befindet sich in etwa 27000 Lichtjahren vom Zentrum entfernt im so genannten Orion-Arm.



Milchstraßen-Galaxis, von der Seite gesehen

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Milky_Way_infrared.jpg, Maßstäbe hinzugefügt

Die etwa 9000 Sterne, die wir mit bloßen Augen sehen können, gehören zur relativ nahen Nachbarschaft bis etwa 10000 Lichtjahre Entfernung. Zum großen Teil sind sie Angehörige des Orion-Arms, in dem sich auch die Sonne befindet.

Der Wikipedia-Seite "Liste der mit bloßem Auge sichtbaren Sterne" können Sie die Entfernung, die scheinbare und absolute Helligkeit sowie den Spektraltyp dieser Sterne entnehmen. Sie lassen sich direkt auf der Seite nach diesen Kriterien sortieren.

Die Unzahl weiter entfernter Sterne nehmen wir nur als matten, milchigen Schimmer (Milchstraße) war. Erst im Teleskop löst sich die "Milchstraße" in eine Unzahl einzelner Lichtpunkte auf. (siehe auch unsere Arbeitshilfe 19.22 "Weißt Du wieviel Sternlein...? Mit dem "Astro-Zählrohr" auf Standortsuche in der Milchstraße")

Das Modell unserer "stellaren Nachbarschaft" lässt sich mit Schülerinnen und Schülern in Arbeitsgemeinschaften oder im (fächerübergreifenden) Mathematikunterricht entwickeln. Zur Berechnung der Positionen im Modell werden winkelfunktionstaugliche Taschenrechner benötigt. Erheblich bequemer ist es, wenn Sie ein Computer-Programm schreiben (lassen), in der Urfassung dieser Arbeitshilfe geschah das noch in BASIC. Sie können die Mathematik aber auch überspringen und die von uns berechneten Werte der Tabelle unten entnehmen. Dann brauchen Sie nur noch eine möglichst transparente Kopie des unten abgedruckten "galaktischen Winkelmessers" und ein Lineal, um die (aufgelisteten) Modellsterne an den richtigen Platz zu bringen.

Lichtjahre, Rektaszension und Deklination

Die Lagebeziehungen der Sterne zueinander lassen sich durch zwei Angaben berechnen: Die Entfernung (von der Erde) und die Richtung (aus der Erdperspektive).

Die Distanz zur Erde wird in **Lichtjahren** angegeben (1 Lj. = 9,46 Billionen km). Die Entfernungsangaben, die mit unterschiedlichen Messmethoden gewonnen wurden (z.B. Parallaxe, Photometrie), haben wir aus verschiedenen astronomischen Handbüchern zusammengetragen.

Die sich aus der Erdperspektive ergebende (scheinbare) Positionen der Himmelskörper werden in einem Koordinatensystem angegeben, dessen "Länge" **Rektaszension** α genannt wird und dessen Nullpunkt im sog. Frühlingspunkt (21. März) der Sonne liegt (In jetziger Zeit im *Sternbild* Fische, bzw. aus astrologischer Sicht bei Eintritt der Sonne in das *Sternzeichen* Widder). Die Zahlung erfolgt von West nach Ost in Stunden, Minuten und Sekunden von 0h - 24h. Die Rektaszension z.B. des Sterns Sirius ist

$$\alpha = 6 \text{ h } 46 \text{ m}$$

(die Sekundenangabe brauchen wir für unsere Zwecke nicht!). Das Stunden-Minuten-Sekunden-Format müssen wir für unseren Zweck in eine Winkelangabe verwandeln.

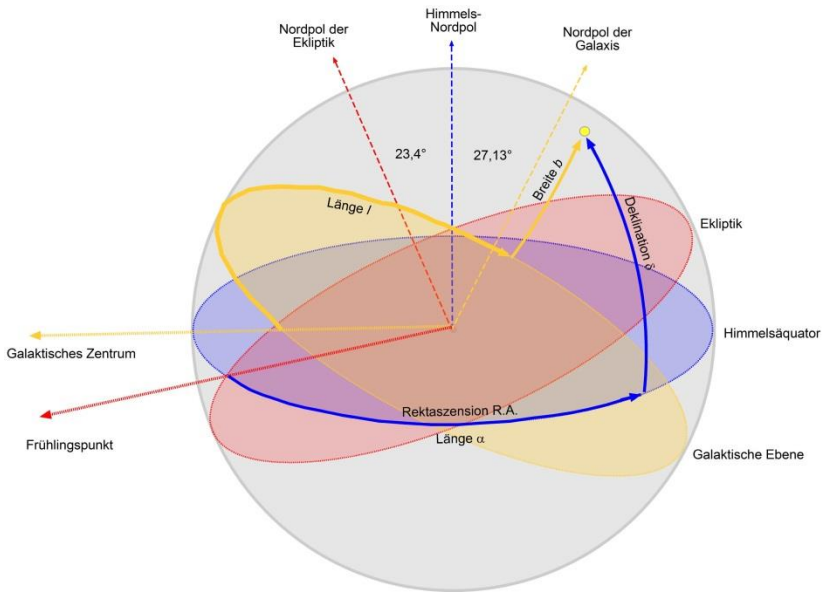
6h46m = 6 + 46/60 = 6,77h 6,77/24 = 0,282d 0,282d*360° = 101,5°

Die "Breite", im astronomischen Sprachgebrauch **Deklination** δ genannt, ist der Winkelabstand des Sterns zum *Himmelsäquator*, der eine gedachte, senkrecht über dem Erdäquator stehende Ebene darstellt. Der Himmelsäquator hat die Deklination 0°. Alle Himmelskörper mit δ = 0° stehen im Laufe einer Erdumdrehung einmal senkrecht über einem auf dem Äquator stehenden Beobachter. Senkrecht über den Polen stehende Sterne haben die Deklination $\delta =$ + 90° (Himmelsnordpol) bzw. δ -= - 90° (Himmelssüdpol). Der Stern Sirius z.B. hat die Deklination $\delta =$ - 16° 45´ und steht damit aus -16°45´ südlicher Breite betrachtet pro Erddrehung einmal senkrecht über dem Beobachter.

Da das Koordinatensystem am Äquator bzw. am Himmelsäquator "aufgehängt" ist, wird es als **äquatoriales Koordinatensystem** bezeichnet.

Von der äquatorialen zur galaktischen "Adresse"

Jeder Stern hat so eine unverwechselbare "Adresse". Und dennoch - für unsere Zwecke ist diese Adresse nicht nutzbar: Die Rotationsachse unsere Erde und damit Himmelsäquator liegen "schief" zur Milchstraßenebene. Das führt, wenn wir die Position der Sterne relativ zur Ebene der Galaxis darstellen wollen, zu einem völlig anderen Koordinatensystem. Wir müssen das eine in das andere überführen.



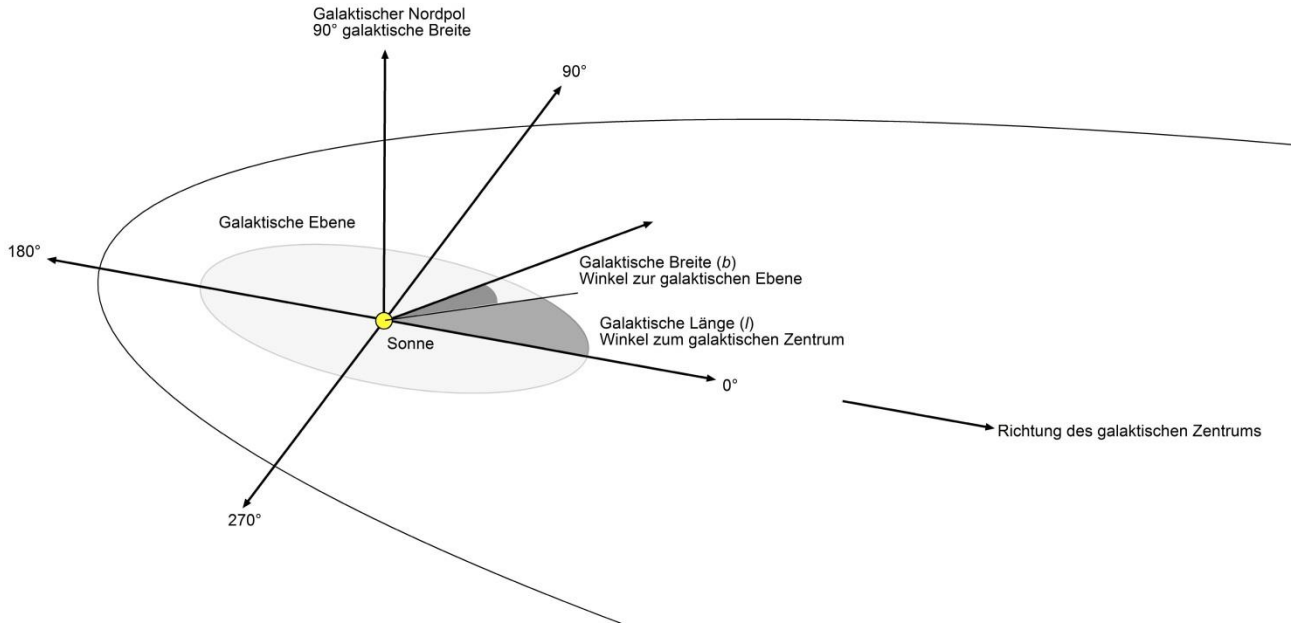
Grafik: Ingo Mennerich

Das **galaktische Koordinatensystem** fußt auf der galaktischen **Länge** *l* und der galaktischen **Breite *b***. Die Länge hat ihren Ursprung (0°) in der Richtung des Sternbilds Schütze (aus unserer Erdperspektive gesehen) wo in etwa 27000 Lj. Entfernung das Zentrum der Galaxis vermutet wird. Von hier aus wird dem Blick von "oben" *gegen* den Uhrzeigersinn von 0° - 360° galaktischer Länge gezählt. Der **Nordpol der Galaxis** liegt (J.2000.0) mit α =12 h 51m = 192.85°, δ = +27.13° im Sternbild Haar der Berenike, der Südpol mit α = 0 h 51m = 12.85°, δ = -27.13° im Sternbild Bildhauer.

Der **Galaktische Äquator** (0° galaktische Breite) zieht als "Mittelspur" der Milchstraße über den ganzen Himmel. Der **Galaktische Nordpol** ist der Punkt, der in Bezug auf die galaktische Ebene im 90° Winkel nach "oben" weist, der **galaktische Südpol** entsprechend nach "unten".

Unsere zur Ekliptik (Ebene der Erdumlaufbahn) schief stehende Erdachse steht also noch schiefer zur Achse der Galaxis. Unsere irdischen Begriffe von "oben" und "unten" sind in schon Bezug auf die Ebene der Milchstraßen-Galaxis völlig obsolet. Und selbst was im galaktischen Sinne "oben" und "unten" ist, ist nur relativ.

Die Koordinaten des galaktischen Nordpols (NGP) sind Bestandteil der Formeln die das Umrechnen unseres auf der Erdachse basierten äquatorialen Koordinatensystems in das galaktische ermöglichen.



Grafik: Ingo Mennerich

Umrechnung vom äquatorialen zum galaktischen Koordinatensystem

Die Positionen der Sterne werden in astronomischen Handbüchern im äquatorialen System angegeben, die wir zu unserem Zweck in galaktische Koordinaten verwandeln müssen. Die Formeln zur Umrechnung wirken auf den ersten Blick kompliziert, lassen sich aber mit Hilfe eines Taschenrechners durchaus bewältigen. Wir stellen im Folgenden den Lösungsweg einmal in EXCEL und am Beispiel eines Taschenrechners vor.

Eingesetzt werden folgende Werte:

- die **Rektaszension *a*** eines Sterns, in Stunden/Minuten/Sekunden ausgedrückt, wird in die **Äquatoriale Länge *a°*** verwandelt. Diese erhalten wir dadurch, dass wir 24 h mit 360° gleichsetzen. 1 h entsprechen 15°. Die Rektaszension des Sirius = 06 h 46 m entspricht 101,5° äquatorialer Länge. Diesen Winkel können wir in die Gleichungen einsetzen.

- die **Deklination** δ des Sterns.

Formeln zur Umwandlung

Nach Th. Neckel in Roth: Handbuch für Sternfreunde, Berlin 1989:

$\cos b * \cos(l - 33°) = \cos\delta * \cos(\alpha - 282.25°)$ (1.1)

$\sin b = \sin\delta * \cos 62°.6 - \cos\delta * \sin 62°.6 * \sin(a - 282°.25)$ (1.2)

$\cos b * \sin(l - 33°) = \sin\delta * \sin 62°.6 + \cos\delta * \cos 62°.6 * \sin(\alpha - 282°.25)$ (1.3)

Diese, in der Urfassung dieser Arbeitshilfe verwendeten Formeln haben wir durch die folgenden in der englischsprachigen WIKIPEDIA veröffentlichten ersetzt:

https://en.wikipedia.org/wiki/Galactic_coordinate_system

$$\begin{aligned}
\sin(b) &= \sin(\delta_{\mathrm{NGP}})\sin(\delta) + \cos(\delta_{\mathrm{NGP}})\cos(\delta)\cos(\alpha - \alpha_{\mathrm{NGP}}) \\
\cos(b)\sin(l_{\mathrm{NCP}} - l) &= \cos(\delta)\sin(\alpha - \alpha_{\mathrm{NGP}}) \\
\cos(b)\cos(l_{\mathrm{NCP}} - l) &= \cos(\delta_{\mathrm{NGP}})\sin(\delta) - \sin(\delta_{\mathrm{NGP}})\cos(\delta)\cos(\alpha - \alpha_{\mathrm{NGP}})
\end{aligned}$$

- *b* → galaktische Breite des Sterns; *l* → galaktische Länge des Sterns;
- α → Rektaszension (R.A.) des Sterns; δ → Deklination des Sterns:
- α_{NGP} → Äquatoriale Länge des galaktischen Nordpols (192,85°);
- δ_{NGP} → Deklination des galaktischen Nordpols (+27,13°);
- l_{NCP} → Galaktische Länge des nördlichen Himmelspols (122,93°)
- *Alle Daten beziehen sich auf die Epoche J.2000.0*

Während die galaktische Breite *b* relativ schnell gefunden ist müssen für die Länge *l* beide Gleichungen gelöst werden.

$$\sin(l_{NCP} - l) = \cos(\delta) * \sin(\alpha - a_{NGP})/\cos(b)$$

$$\cos(l_{NCP} - l) = \cos(\delta_{NGP} * \sin(\delta) - \sin(\delta_{NGP} * \cos(\delta) * \cos(\alpha - \alpha_{NGP})/\cos(b)$$

l ist der Arkussinus bzw. Arkuscosinus der jeweils rechten Seite der Gleichungen zuzüglich l_{NCP} (122,93°). Das kann, muss aber nicht das richtige Ergebnis sein, denn

$$\sin(\alpha) = \sin(360 - \alpha)$$

$$\cos(\alpha) = \cos(360 - \alpha)$$

Im Bereich zwischen 0° und 360° gibt es zwei Winkel mit demselben Sinus- bzw. Cosinus.

Welcher Winkel ist der richtige? Der einfachste Weg ist, ihn mit einer guten Sternkarte per Ausschlussverfahren zu finden. Sterne im Orion können nur galaktische Längen um 180° haben da der Orion seinem mythologischen Widersacher Skorpion ziemlich genau gegenübersteht. Dort liegt, wie erwähnt, das galaktische Zentrum mit *l* = 0°.

Für jede der beiden Gleichungen gibt es also zwei Lösungen. Die beiden übereinstimmenden sind die richtigen.

Das lässt sich mit modernen Taschenrechnern bewältigen, ist aber zeitraubend.

Auf www.schulbiologiezentrum.info finden Sie auf der "Sternen-Seite" einen EXCEL-Rechner der mit diesen drei Gleichungen arbeitet. Die Auswahl der korrekten Länge erfolgt durch eine verschachtelte WENN-Funktion die prüft welche (gerundeten!) Ergebnisse zweimal auftreten. Ohne die RUNDEN-Funktion kann es vorkommen, dass scheinbar gleiche Ergebnisse nicht als solche interpretiert werden.

Für größere Projekte finden Sie bei uns einen zweiten, etwas umfangreicheren EXCEL-Rechner. Hier können Sie listenartig die Rektaszensionen und Deklinationen vieler Sterne eintragen. Neben den galaktischen Koordinaten der Sterne erhalten Sie hier auch die Positionen im Modell, je nach gewähltem Maßstab.

Verwendetet werden dabei nur zwei Gleichungen. Die erste berechnet die Breite in ähnlicher Form wie oben. In der zweiten ist die Länge *l* isoliert (und nicht in der Klammer!). Achtung: Hier wird der Arkustangens verwendet. Die Konstante l_{NCP} fällt weg, dafür wird 33 addiert. Die Gleichungen liefern Ergebnisse, die mit seriösen Online-Rechnern (z.B. https://ned.ipac.caltech.edu/coordinate_calculator) und Astro-Seiten im Netz (z.B. https://theskylive.com/sky/stars) übereinstimmen. Eine grobe Überprüfung gelingt offline und analog auch mit einer guten Sternkarte (s.u.).

Quelle der Formeln:

https://physics.stackexchange.com/questions/88663/converting-between-galactic-and-ecliptic-coordinates

$$b = sin^{-1}\big(cos(\delta) * cos(\delta_{NGP}) * cos(\alpha - \alpha_{NGP}) + sin(\delta) * sin(\delta_{NGP})\big)$$

$$l = tan^{-1}\left(\frac{sin(\delta) - sin(b) * sin(\delta_{NGP})}{cos(\delta) * cos(\delta_{NGP}) * sin(\alpha - \alpha_{NGP})}\right) + 33$$

So errechnen Ihre Schülerinnen und Schüler *b* und *l* mit dem Taschenrechner

sin(*b*) = sin(27,13)*sin(δ) + cos(27,13)*cos(δ)*cos(α -192,85)

tan(*l*) = ((sin(δ)-sin(*b*)*sin(27,13))/(cos(δ)*cos(27,13)*sin(α-192,85)))+33

Die in EXCEL verwendeten Programmzeilen lauten:

Galaktische Breite ***b***:

= ARCSIN(COS(BOGENMASS(δ))*COS(BOGENMASS(27,13))*COS(BOGENMASS(192,85))
+SIN(BOGENMASS(δ))*SIN(BOGENMASS(27,13)))*180/PI()

Galaktische Länge ***l***: (Rohwert*)

=ARCTAN((SIN(BOGENMASS(δ))-SIN(BOGENMASS(*b*))*SIN(BOGENMASS(27,13)))/

(COS(BOGENMASS(δ))*COS(BOGENMASS(27,13))*SIN(BOGENMASS(α 192,85))))*180/PI()+33

*) Dabei gilt:

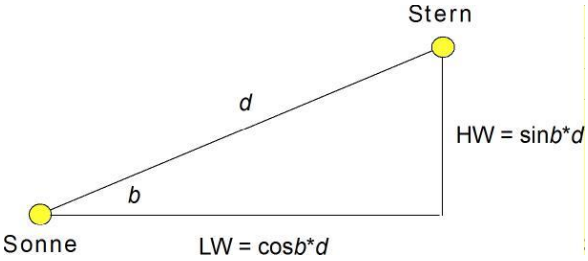
- Ist der Quotient des Bruches positiv ist *l* gleich ARCTAN + 33
- Ist er negativ müssen 180° addiert werden
- Ist zusätzlich der Zähler des Bruches negativ werden 360° addiert
- Überschreitet das Ergebnis 360° werden 360° abgezogen

Umsetzung der Ergebnisse im Modell

Um sich mit der Methode vertraut zu machen empfehlen wir, die Umrechnungen der Koordinaten und die Positionierung im Modell an einem oder wenigen Beispielsternen durchzurechnen. Die Daten weiterer Sterne entnehmen Sie dem EXCEL-Programm oder der Tabelle am im Anhang.

Um den "Modellstern" richtig über oder unter der Scheibe in Position zu bringen bedarf es folgender Schritte:

- Galaktische Länge mit dem Winkelmesser übertragen
- In welchem Winkel in Bezug auf die Scheibenebene befindet sich der Stern?
- Galaktische Breite und Entfernung nach folgendem Schema in Längs- und Hochwerte umrechnen oder die Werte der Tabelle entnehmen



d
Distanz (Lichtjahre) im Modell
b
Winkel zur galaktischen Ebene
HW
Hochwert, Länge des Stabs
LW
Längswert, Zentrum - Fußpunkt des Stabes

Probe: $d^2 = LW^2 + HW^2$ (Pythagoras)

Wir brauchen:

- Eine Grundplatte als "galaktische Ebene" (Material siehe Text)
- Schweißstäbe 1 mm (Baumärkte)
- Holzperlen (gelb) mit Loch 1 mm (Bastlergeschäfte)
- Kleinbohrmaschine und Bohrer 1 mm

- Einen "Galaktischen Winkelmesser" (Kopiervorlage s.u.)
- Lineal
- Klebstoff

Ob die Grundplatte aus Pappe, Holz oder Kunststoff gefertigt wird, ist in erster Linie eine Geschmacks- und natürlich Preisfrage. Transparentes Acrylglas ermöglicht den "Durchblick" auch von oben her. Je größer die Scheibe, desto leichter und übersichtlicher lässt sich natürlich die nähere Sonnenumgebung darstellen. Das aber ist letztlich auch eine Platzfrage.

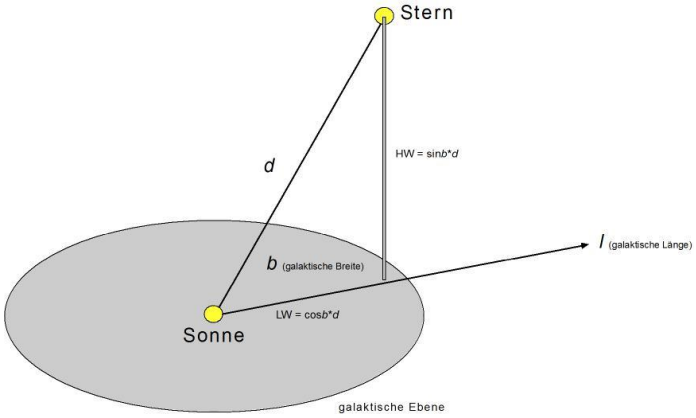
Wählen Sie selbst, wie lang ein Lichtjahr in Ihrem Modell ist. Das EXCEL-Programm rechnet die Maße entsprechend aus. Der Maßstab hängt natürlich von der Größe der Scheibe ab, aber auch davon, wie groß der darzustellende Raum sein soll. Wenn Sie 500 Lichtjahre entfernte Sterne auf einer Scheibe mit 50 cm Radius unterbringen wollen, ist ein Modell-Lichtjahr nur 2 mm lang.

Bohren sie ein Loch in die Mitte der Scheibe. Dies ist unsere Beobachterposition, genauer: Die Position unseres Sonnensystems. Ziehen Sie als galaktische Nord-Süd-Achse (0° / 180° galaktische Länge) eine Linie durch das Zentrum.

Unser erster Stern soll der mit etwas mehr als 8 Lichtjahren Entfernung "nahe" Sirius sein.

Hier ein Beispiel für das EXCEL-Programm:

Stern	Rektaszension α		Deklination δ		Distanz *d* Lj.	Äquatorial		Galaktisch		Modell		
	h	m	°	′		α°	δ°	*b*°	*l*°	d_{cm}	LW_{cm}	HW_{cm}
Sirius	6	46	-16	45	8	101,5	-16,8	**-8,7**	**227,4**	1,6	1,6	-0,2
Wega	18	37	38	47	26	279,25	38,8	**19,2**	**67,5**	5,2	4,9	1,7
Capella	5	17	46	0	42	79,25	46,0	**4,6**	**162,7**	8,4	8,4	0,7
Aldebaran	4	36	16	31	68	69	16,5	**-20,2**	**181,1**	13,6	12,8	-4,7
Altair	19	51	8	52	17	297,75	8,9	**-9,0**	**47,8**	3,4	3,4	-0,5
Antares	16	29	-26	26	330	247,25	-26,4	**15,1**	**352,0**	66,0	63,7	17,2



Finden Sie die galaktischen Koordinaten des Sterns (EXCEL) oder schlagen Sie die Werte in der Tabelle nach. Legen Sie ausgehend vom Zentrum der Scheibe die Richtung des Sterns fest. Dazu brauchen Sie den "galaktischen Winkelmesser".

Für den Sirius gilt: Der Winkel zum Zentrum (*l* = 0°) ist rund 227° gegen den Uhrzeiger oder 133° im gewohnten Uhrzeigersinn. Auf dieser Linie tragen Sie den vorher berechneten oder der Tabelle zu entnehmenden "Längswert" ab (hier etwa 8 Modell-Lichtjahre). In 1,6 cm Distanz zum Zentrum bohren Sie ein Loch (1 mm).

Der "Hochwert" für den Sirius beträgt -0,2 cm. So weit muss der Metallstab nach unten (!) aus der Scheibe herausschauen. Nach unten deshalb, weil die galaktische Breite negativ ist (-8,7°). Auf die Spitze des Stabs kleben Sie die erste gelbe Holzperle.

Das Modell sollte langsam wachsen, möglichst mit jeder "Neuentdeckung" am Himmel. Schauen Sie sich den Großen Wagen am Himmel an und setzen Sie das Sternbild im Modell um. Dabei wird deutlich, dass die Sterne unterschiedlich weit von uns entfernt sind. Der Große Wagen ist infolgedessen nur aus der Erdperspektive als solcher zu erkennen (Diese Blickrichtung ist nur durch eine transparente Scheibe möglich!).

Ingo Mennerich, 2000/2015

Veröffentlicht im August 2022

Datenquellen (WIKIPEDIA)

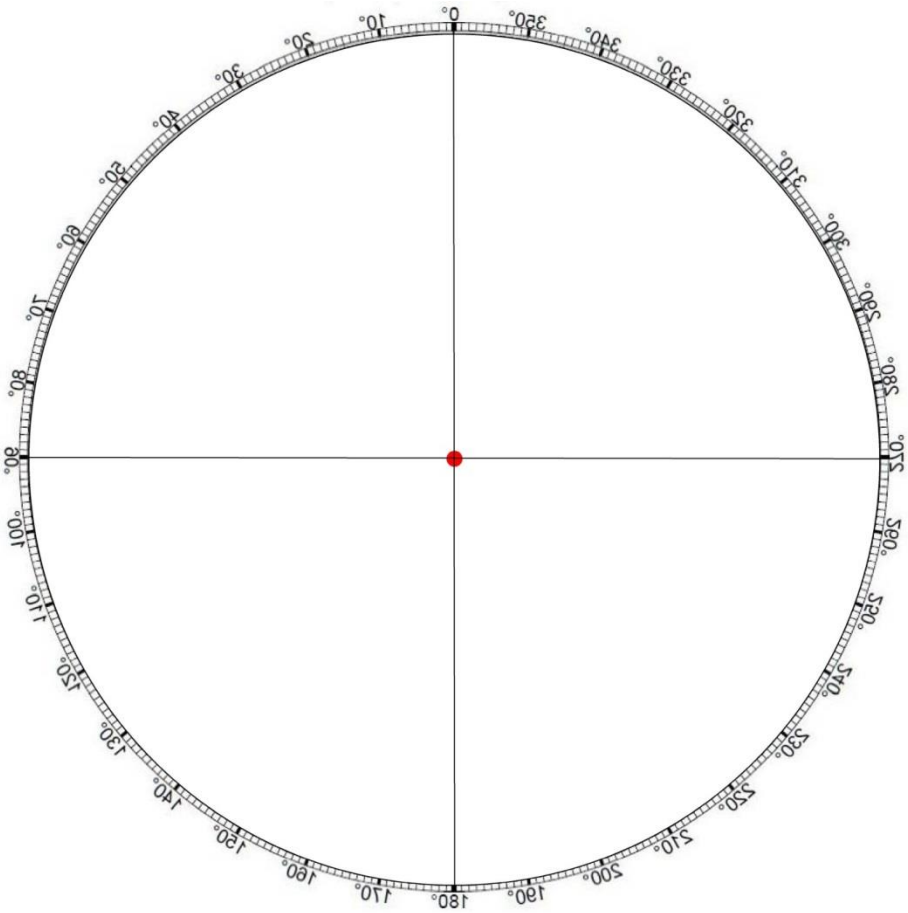
- https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_hellsten_Sterne
- https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_nähsten_extrasolaren_Systeme
- https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_sehr_großer_Sterne
- https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_massereichsten_Sterne
- https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_mit_bloßem_Auge_sichtbaren_Sterne
- https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Sternennamen
- https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Sternbilder
- https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_heller_ekliptiknaher_Sterne
- List of star systems within 16–20 light-years
- List of star systems within 20–25 light-years
- List of star systems within 25–30 light-years
- List of star systems within 30–35 light-years
- List of star systems within 35–40 light-years
- List of star systems within 40–45 light-years
- List of star systems within 45–50 light-years
- List of star systems within 50–55 light-years
- List of star systems within 55–60 light-years
- List of star systems within 60–65 light-years
- List of star systems within 65–70 light-years
- List of star systems within 70–75 light-years
- List of star systems within 75-80 light-years

https://de.wikipedia.org/wiki/Milchstraße

Man bekommt eine anschauliche Vorstellung von der Größe der Milchstraße mit ihren 100 bis 400 Milliarden Sternen, wenn man sie sich im Maßstab 1:1017 verkleinert als Schneetreiben auf einem Gebiet von 10 km Durchmesser und einer Höhe von etwa 1 km im Mittel vorstellt. Jede Schneeflocke entspricht dabei einem Stern und es gibt etwa drei pro Kubikmeter. Die Sonne hätte in diesem Maßstab einen Durchmesser von etwa 10 nm, wäre also kleiner als ein Virus. Selbst die Plutobahn, die sich im Mittel etwa 40-mal so weit von der Sonne befindet wie die Bahn der Erde, läge mit einem Durchmesser von 0,1 mm an der Grenze der visuellen Sichtbarkeit. Pluto selbst hätte ebenso wie die Erde lediglich atomare Dimensionen. Damit demonstriert dieses Modell auch die geringe durchschnittliche Massendichte der Milchstraße.[34] Weiterhin hätten sich in diesem Modell unsere seit ca. 120 Jahren emittierten Funksignale etwa 11 m von uns entfernt (120 Lj), die gezielt gesendete Arecibo-Botschaft etwa 4 m.

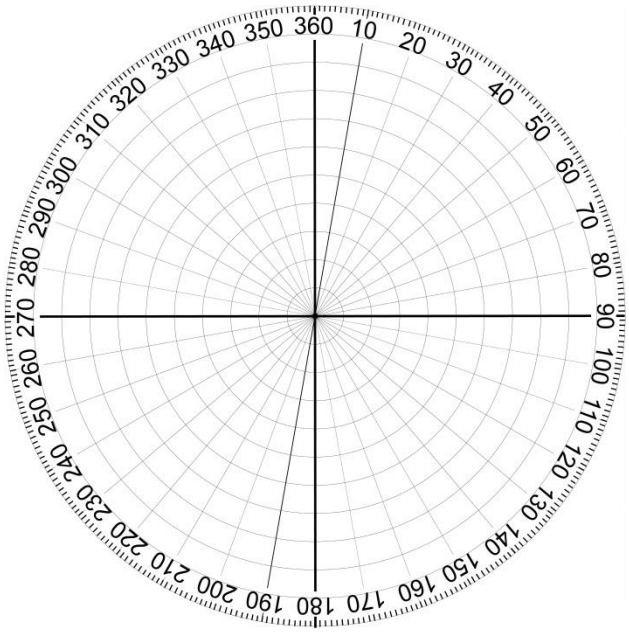
Anhang

Kopiervorlage 360° -Winkelmesser



Achtung:

Die galaktische Länge nimmt *gegen* den Uhrzeiger zu. Daher ist der Winkelmesser oben spiegelverkehrt dargestellt.



Abschätzen der galaktischen Koordinaten eines Sterns mit einer Sternkarte

Ausschnitt aus der "Sternkarte des nördlichen Himmels 1950.0"

Ing. A Rükl, Zentralverwaltung Geodäsie und Kartographie, Prag 1961, Tschechoslowakei

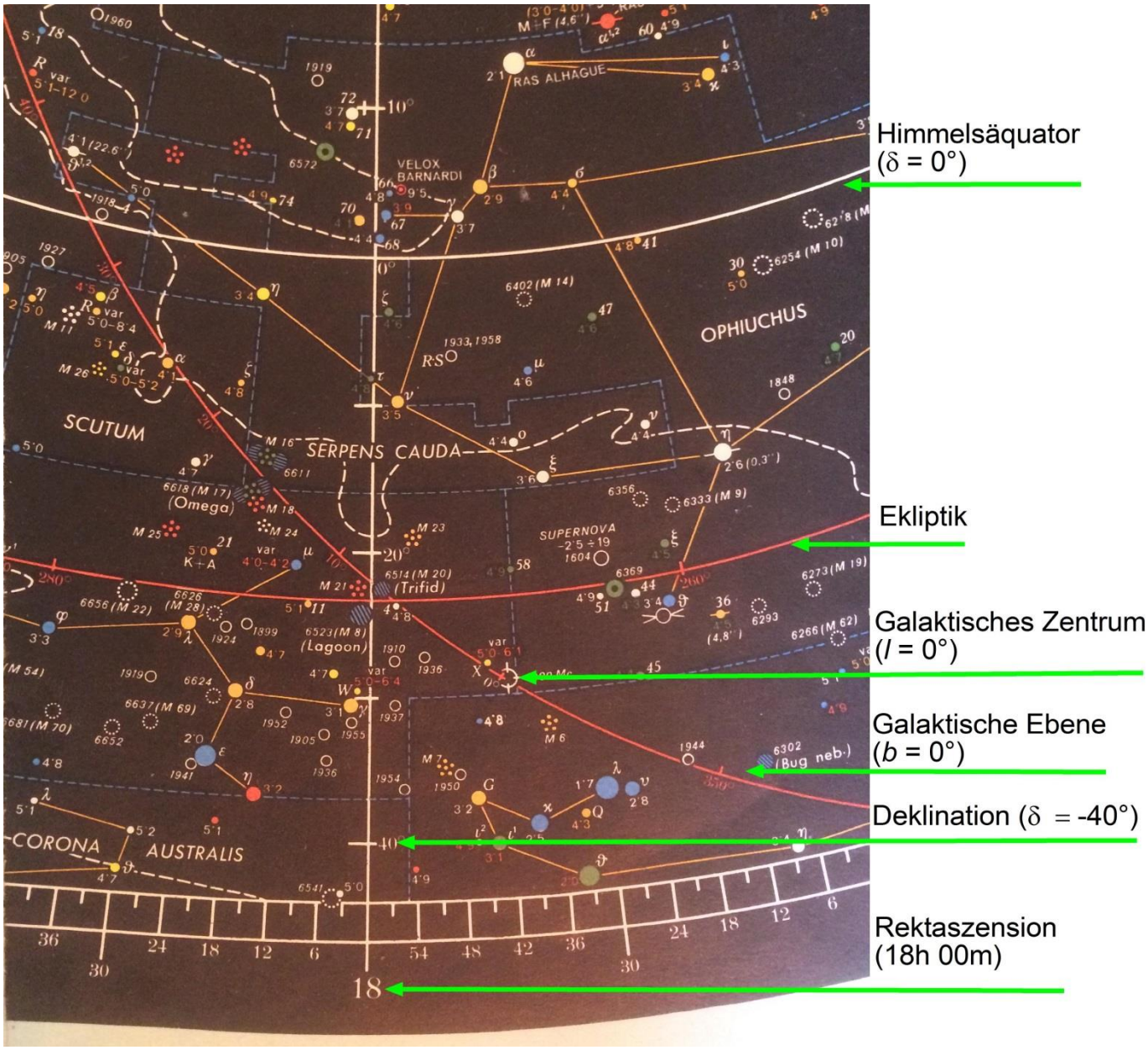


Foto und Bearbeitung: Ingo Mennerich

Das galaktische Zentrum der Milchstraße liegt im Sternbild Schütze (Im Sommer am Südhorizont)

- Seine äquatorialen Koordinaten - auf der Karte analog abgelesen: R.A. = 18h42m, δ = -28°.
- Das galaktische Zentrum hat die galaktische Länge *l* = 0° und die Breite *b* = 0°.
- Der nördliche Galaktische Pol (NGP) liegt im Sternbild Haar der Berenike mit *b* = 90°.

Eine grobe (!) Positionierung eines Sterns in der Galaxis ist möglich wenn Sie die Verbindungslinie NGP - Stern ziehen und sie bis zur Galaktischen Ebene verlängern. Dort lesen Sie *l* ab und schätzen *b*. Beachten Sie aber, dass die Sternkarte am Nördlichen Himmelspol (etwa dem Polarstern) ausgerichtet ist und dass die ekliptikalen und galaktischen Koordinaten mehr oder weniger verzerrt erscheinen.

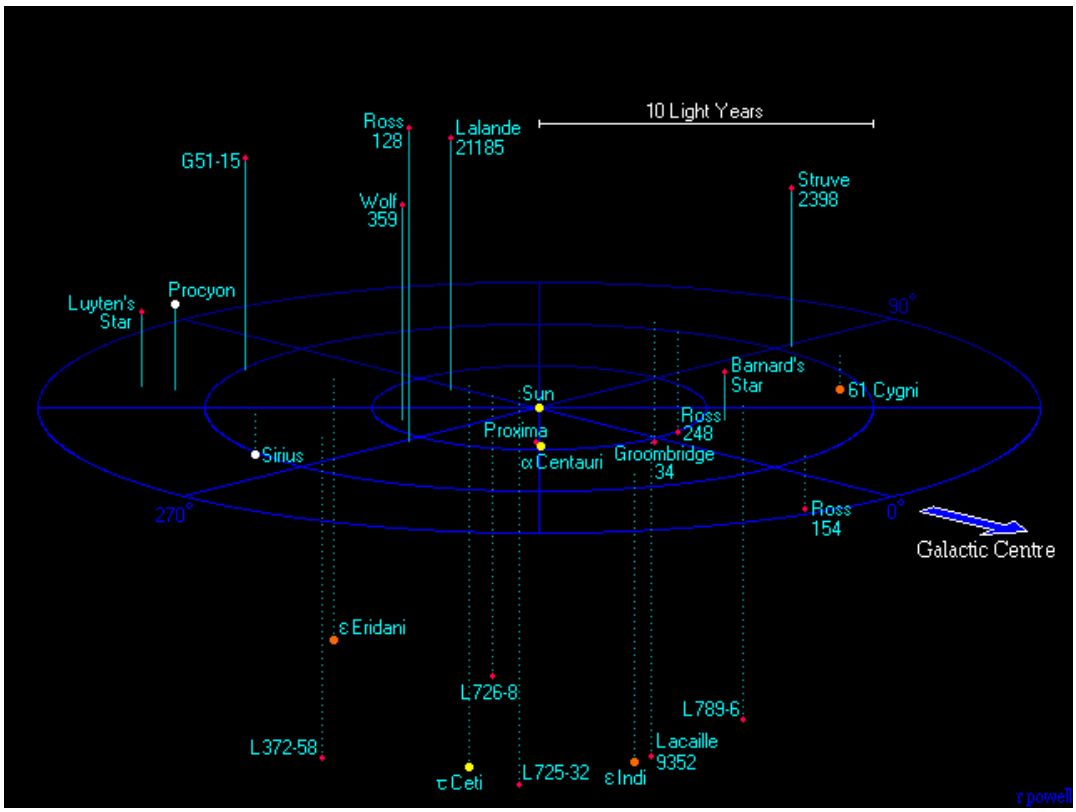
Die Positionen einiger heller Sterne im Modell

Die aufgelisteten Sterne sind nach dem Prinzip "vom Nahen zum Fernen" aufgelistet.

Stern		RA α		Dekl. δ		*d* Lj.	α°	δ°	*b*°	*l*°	d_{cm}	LW_{cm}	HW_{cm}
		h	m	°	'	Lj.							
Toliman	cen	14	42	-60	59	4	220,5	-61,0	-0,9	316,0	1	0,8	0,0
Sirius	cmj	06	46	-16	45	8	101,5	-16,8	-8,7	227,4	2	1,6	-0,2
Prokyon	cmi	07	39	5	14	11	114,8	5,2	13,0	213,7	2	2,1	0,5
Altair	aql	19	51	8	52	17	297,8	8,9	-9,0	47,8	3	3,4	-0,5
Wega	lyr	18	37	38	47	26	279,3	38,8	19,2	67,5	5	4,9	1,7
Arctur	boo	14	16	19	11	36	214	19,2	69,0	15,2	7	2,6	6,7
Capella	aur	05	17	46	00	42	79,25	46,0	4,6	162,7	8	8,4	0,7
Castor	gem	07	35	31	53	46	113,8	31,9	22,6	187,5	9	8,5	3,5
Mizar	uma	13	24	54	56	59	201	54,9	61,6	113,1	12	5,6	10,4
Merak	uma	11	02	56	23	62	165,5	56,4	54,8	149,2	12	7,1	10,1
Alioth	uma	12	54	55	58	62	193,5	56,0	61,2	122,2	12	6,0	10,9
Megrez	uma	12	15	57	02	65	183,8	57,0	59,4	132,7	13	6,6	11,2
Saiph	ori	05	48	-9	40	68	87	-9,7	-18,4	214,6	14	12,9	-4,3
Aldebaran	tau	04	36	16	31	68	69	16,5	-20,2	181,1	14	12,8	-4,7
Dubhe	uma	11	04	61	45	75	166	61,8	51,0	142,9	15	9,4	11,7
Phecda	uma	11	54	53	42	75	178,5	53,7	61,4	140,8	15	7,2	13,2
Achernar	eri	01	38	-57	14	85	24,5	-57,2	-58,8	290,8	17	8,8	-14,5
Regulus	leo	10	08	11	58	85	152	12,0	48,9	226,4	17	11,2	12,8
Schedir	cas	00	40	56	32	120	10	56,5	-6,3	121,4	24	23,9	-2,6
Alcyone	tau	03	47	24	06	240	56,75	24,1	-23,5	166,7	48	44,0	-19,2
Spica	vir	13	25	-11	10	260	201,3	-11,2	50,8	316,1	52	32,8	40,3
Beteigeuze	ori	05	55	7	24	310	88,75	7,4	-9,0	199,8	62	61,2	-9,7
Antares	sco	16	29	-26	26	330	247,3	-26,4	15,1	352,0	66	63,7	17,2
Acrux	cru	12	27	-63	06	360	186,8	-63,1	-0,4	300,2	72	72,0	-0,5
Bellatrix	ori	05	25	6	21	360	81,25	6,4	-16,0	197,0	72	69,2	-19,8
Mimosa	cru	12	48	-59	41	420	192	-59,7	3,2	302,6	84	83,9	4,7
Hadar	cen	14	04	-60	22	460	211	-60,4	1,2	311,9	92	92,0	2,0
Polaris	umi	02	32	89	16	470	38	89,3	26,5	123,3	94	84,1	41,9
Rigel	ori	05	15	-8	12	910	78,75	-8,2	-25,1	209,4	182	164,8	-77,3
Alnitak	ori	05	41	-1	57	1110	85,25	-2,0	-16,5	206,6	222	212,8	-63,2
Canopus	car	06	24	-52	42	1170	96	-52,7	-25,3	261,3	234	211,6	-99,9
Alnilam	ori	05	36	-1	12	1210	84	-1,2	-17,3	205,3	242	231,1	-71,9
Wezen	cma	07	08	-26	24	1800	107	-26,4	-8,3	238,5	360	356,2	-52,2
Deneb	cyg	20	41	45	17	1830	310,3	45,3	2,1	84,3	366	365,8	13,1
Mintaka	ori	05	32	0	18	2350	83	0,3	-17,4	203,4	470	448,4	-140,9

Altlas of the Universe:

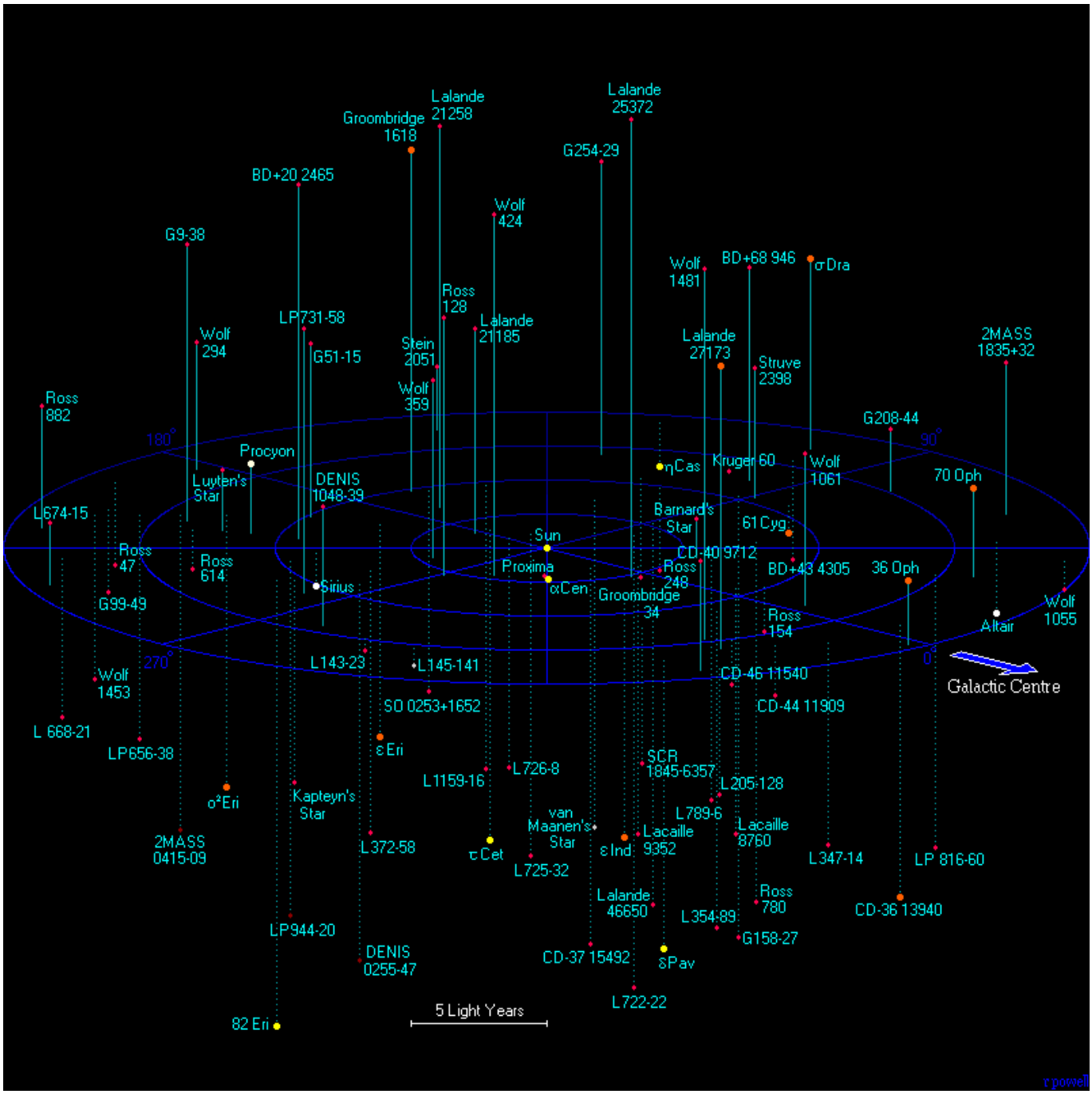
3D-Karten der Sterne in 12, 20 und 50 Lichtjahren Entfernung



http://www.atlasoftheuniverse.com/12lys.html

Davon mit bloßem Auge auf der Nordhalbkugel der Erde sichtbare Sterne:

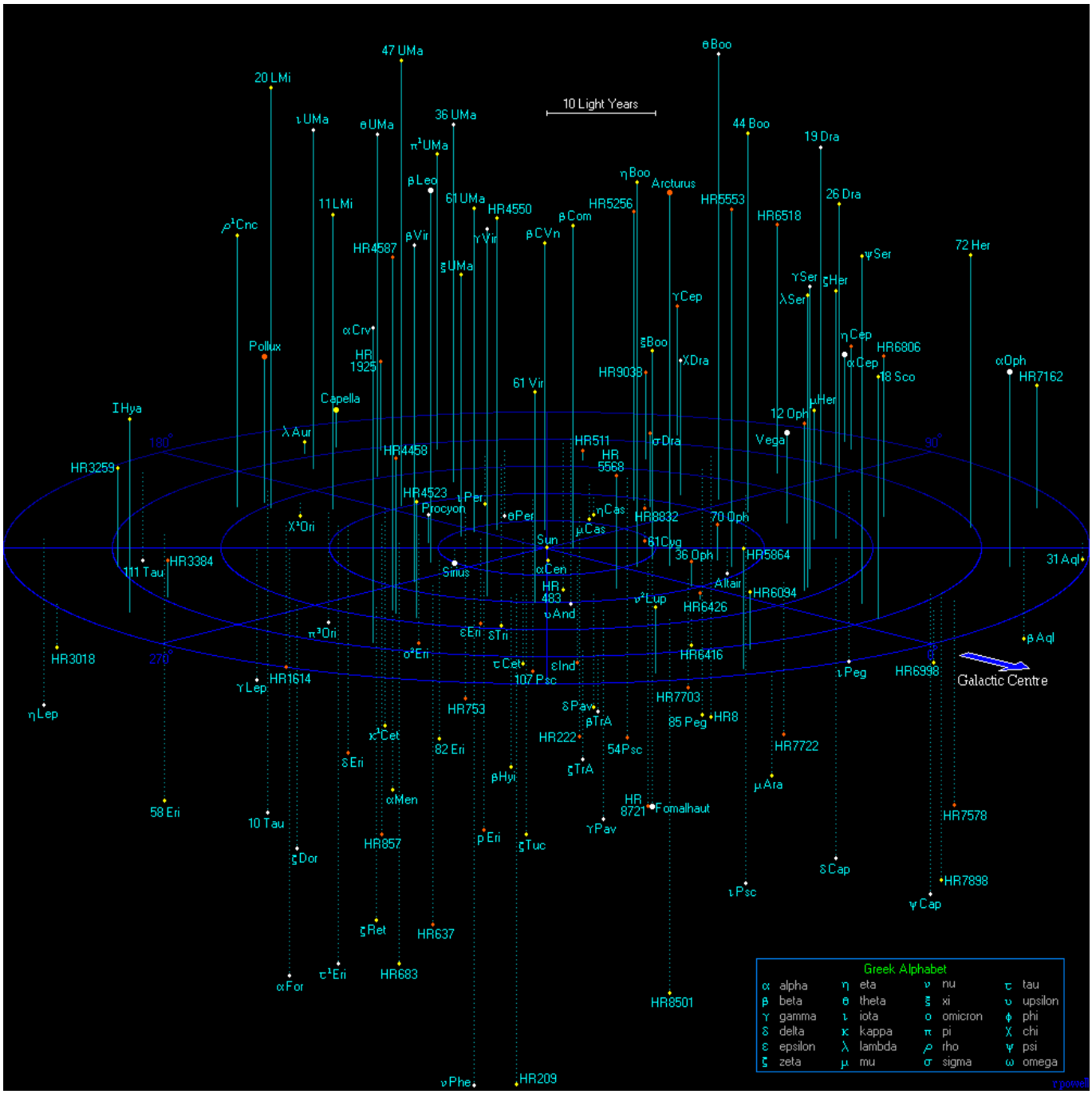
Sirius	Procyon	εEridani	τ Ceti	61 Cygni



http://www.atlasoftheuniverse.com/20lys.html

Davon mit bloßem Auge auf der Nordhalbkugel der Erde sichtbare Sterne:

Sirius	εEridani	61 Cygni	o2Eridani	η Cassiopeiae
Procyon	τ Ceti	Altair	σ Draconis	



http://www.atlasoftheuniverse.com/50lys.html

Davon mit bloßem Auge auf der Nordhalbkugel der Erde sichtbare Sterne:

Siehe die folgende Liste!

Auf der Nordhalbkugel mit bloßem Auge sichtbare nahe Sterne

(bis 50 Lichtjahre Entfernung)

Quelle https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_nearest_bright_stars

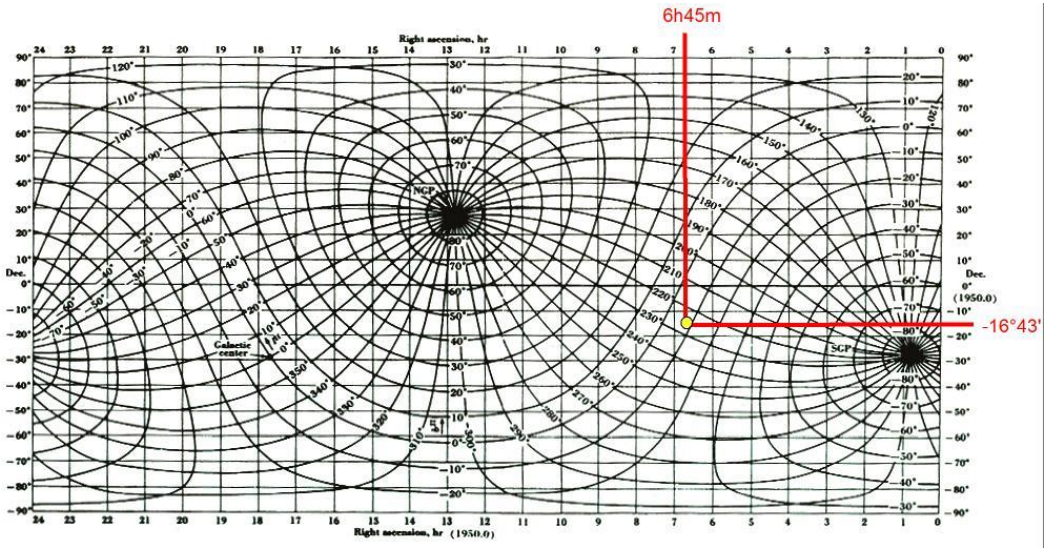
Bearbeitet, Stand August 2022

Name	Helligkeit	Rektaszension	Deklination	Lj.
Sirius (α Canis Majoris)	−1.44	$06^h\ 45^m\ 08.92^s$	−16° 42′ 58.0″	8.60
ε Eridani	3.72	$03^h\ 32^m\ 55.84^s$	−09° 27′ 29.7″	10.5
61 Cygni	5.20	$21^h\ 06^m\ 53.94^s$	+38° 44′ 57.9″	11.4
Procyon (α Canis Minoris)	0.40	$07^h\ 39^m\ 18.12^s$	+05° 13′ 30.0″	11.5
τ Ceti	3.49	$01^h\ 44^m\ 04.08^s$	−15° 56′ 14.9″	11.9
o^2 Eridani	4.43	$04^h\ 15^m\ 16.32^s$	−07° 39′ 10.3″	16.3
70 Ophiuchi	4.24	$18^h\ 05^m\ 27.29^s$	+02° 30′ 00.4″	16.6
Altair (α Aquilae)	0.76	$19^h\ 50^m\ 47.00^s$	+08° 52′ 06.0″	16.7
σ Draconis	4.67	$19^h\ 32^m\ 21.59^s$	+69° 39′ 40.2″	18.8
η Cassiopeiae	3.46	$00^h\ 49^m\ 06.29^s$	+57° 48′ 54.7″	19.4
ξ Boötis	4.72	$14^h\ 51^m\ 23.38^s$	+19° 06′ 01.7″	21.9
μ Cassiopeiae	5.17	$01^h\ 08^m\ 16.39^s$	+54° 55′ 13.2″	24.6
Vega (α Lyrae)	0.03	$18^h\ 36^m\ 56.34^s$	+38° 47′ 01.3″	25.0
Fomalhaut (α PsA)	1.17	$22^h\ 57^m\ 39.05^s$	−29° 37′ 20.1″	25.1
π^3 Orionis	3.19	$04^h\ 49^m\ 50.41^s$	+06° 57′ 40.6″	26.3
χ Draconis	3.68	$18^h\ 21^m\ 03.38^s$	+72° 43′ 58.2″	26.3
μ Herculis	3.42	$17^h\ 46^m\ 27.53^s$	+27° 43′ 14.4″	27.1
β Canum Venaticorum	4.24	$12^h\ 33^m\ 44.54^s$	+41° 21′ 26.9″	27.5
61 Virginis	4.74	$13^h\ 18^m\ 24.31^s$	−18° 18′ 40.3″	27.9
χ^1 Orionis	4.39	$05^h\ 54^m\ 22.98^s$	+20° 16′ 34.2″	28.3
ξ Ursae Majoris	4.41	$11^h\ 18^m\ 11^s$	+31° 31′ 45″	28.8
γ Leporis	3.59	$05^h\ 44^m\ 27.79^s$	−22° 26′ 54.2″	29.3
δ Eridani	3.52	$03^h\ 43^m\ 14.90^s$	−09° 45′ 48.2″	29.5
β Comae Berenices	4.23	$13^h\ 11^m\ 52.39^s$	+27° 52′ 41.5″	29.8
κ^1 Ceti	4.84	$03^h\ 19^m\ 21.70^s$	+03° 22′ 12.7″	29.8
Pollux (β Geminorum)	1.16	$07^h\ 45^m\ 18.95^s$	+28° 01′ 34.3″	33.7
ι Persei	4.05	$03^h\ 09^m\ 04.02^s$	+49° 36′ 47.8″	34.4
ζ Herculis	2.91	$16^h\ 41^m\ 17.16^s$	+31° 36′ 09.8″	35.2
δ Trianguli	*4.84*	$02^h\ 17^m\ 03.23^s$	+34° 13′ 27.2″	35.4
β Virginis	3.59	$11^h\ 50^m\ 41.72^s$	+01° 45′ 53.0″	35.6
Denebola (β Leonis)	2.14	$11^h\ 49^m\ 03.58^s$	+14° 34′ 19.4″	36.2
γ Serpentis	3.85	$15^h\ 56^m\ 27.18^s$	+15° 39′ 41.8″	36.3
θ Persei	4.10	$02^h\ 44^m\ 11.99^s$	+49° 13′ 42.4″	36.6
Arcturus (α Boötis)	−0.05	$14^h\ 15^m\ 39.67^s$	+19° 10′ 56.7″	36.7
η Boötis	*2.68*	$13^h\ 54^m\ 41.08^s$	+18° 23′ 51.8″	37.0
λ Serpentis	4.42	$15^h\ 46^m\ 26.61^s$	+07° 21′ 11.1″	38.3
ι Pegasi	*3.77*	$22^h\ 07^m\ 00.67^s$	+25° 20′ 42.4″	38.3
δ Capricorni	2.73–2.93	$21^h\ 47^m\ 02.13^s$	−16° 07′ 38.2″	38.6

γ Virginis	3.46	$12^h\ 41^m\ 40.36^s$	−01° 26′ 57.7″	38.6
λ Aurigae	4.69	$05^h\ 19^m\ 08.38^s$	+40° 05′ 56.6″	41.2
36 Ursae Majoris	4.82	$10^h\ 30^m\ 37.66^s$	+55° 58′ 49.9″	41.9
Capella (α Aurigae)	0.76	$05^h\ 16^m\ 41.34^s$	+45° 59′ 52.8″	42.9
υ Andromedae	4.10	$01^h\ 36^m\ 48^s$	+41° 24′ 20″	43.7
θ Ursae Majoris	3.02	$09^h\ 32^m\ 52^s$	+51° 40′ 43″	44.0
β Aquilae	3.75	$19^h\ 55^m\ 19^s$	+06° 24′ 29″	44.7
10 Tauri	4.29	$03^h\ 36^m\ 53^s$	+00° 24′ 10″	44.7
ι Piscium	4.06	$23^h\ 39^m\ 57^s$	+05° 37′ 38″	45.0
γ Cephei	2.94	$23^h\ 39^m\ 21^s$	+77° 37′ 56″	45.0
47 Ursae Majoris	5.03	$10^h\ 59^m\ 28^s$	+40° 25′ 48″	45.9
Ras Alhague (α Ophiuchi)	2.08	$17^h\ 34^m\ 56^s$	+12° 33′ 36″	46.7
η Cephei	3.42	$20^h\ 45^m\ 17^s$	+61° 50′ 20″	46.8
θ Boötis	4.10	$14^h\ 25^m\ 12^s$	+51° 51′ 06″	47.5
ι Ursae Majoris	3.23	$08^h\ 59^m\ 13^s$	+48° 02′ 32″	47.7
ψ Capricorni	4.14	$20^h\ 46^m\ 06^s$	−25° 16′ 14″	47.9
α Corvi	4.02	$12^h\ 08^m\ 25^s$	−24° 43′ 44″	48.2
Alderamin (α Cephei)	2.45	$21^h\ 18^m\ 35^s$	+62° 35′ 08″	48.8

Bearbeitet: Ingo Mennerich

Nomogramme zur Umwandlung äquatorialer in galaktische Koordinaten



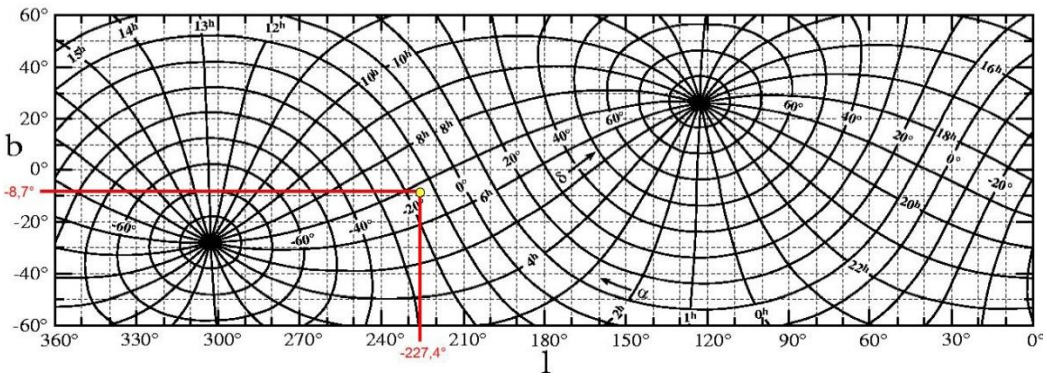
Beispiel Sirius
Rektaszension R.A.: 06h45m
Deklination δ: -16°43'

- Rektaszension auf der waagerechten Achse einstellen
- Deklination auf der vertikalen Achse einstellen

Die galaktischen Koordinaten im Schnittpunkt ablesen:

Breite *b*: -9°
Länge *l*: 227°

Astrophysics II: Lecture #18 https://web.njit.edu/~gary/321/Lecture18.html
Chart for conversion of celestial coordinates to galactic coordinates. From Kraus, *Radio Astronomy*, Second Edition, Cygnus-Quasar Books, 1986



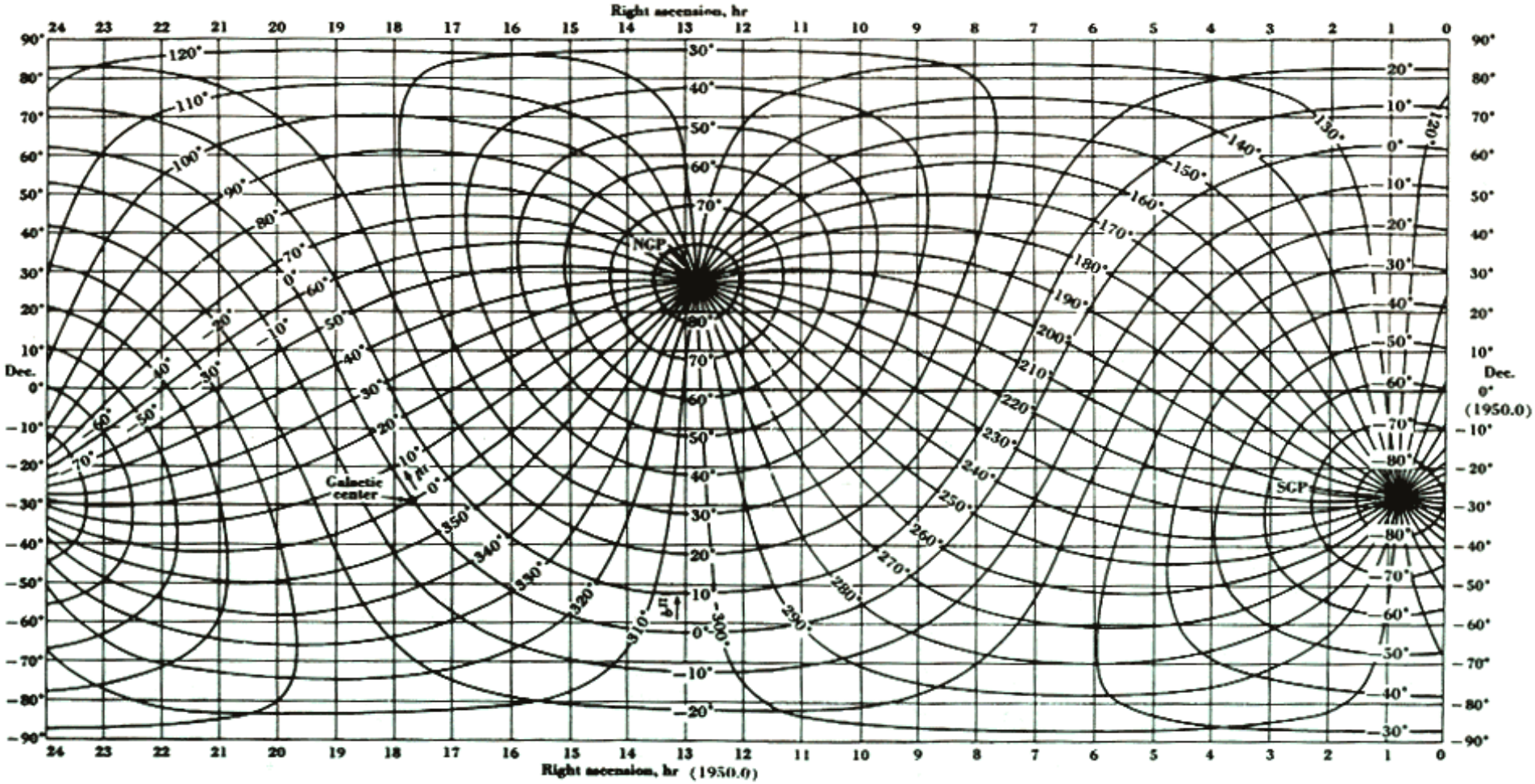
Beispiel Sirius
Breite *b*: -9°
Länge *l*: 227°

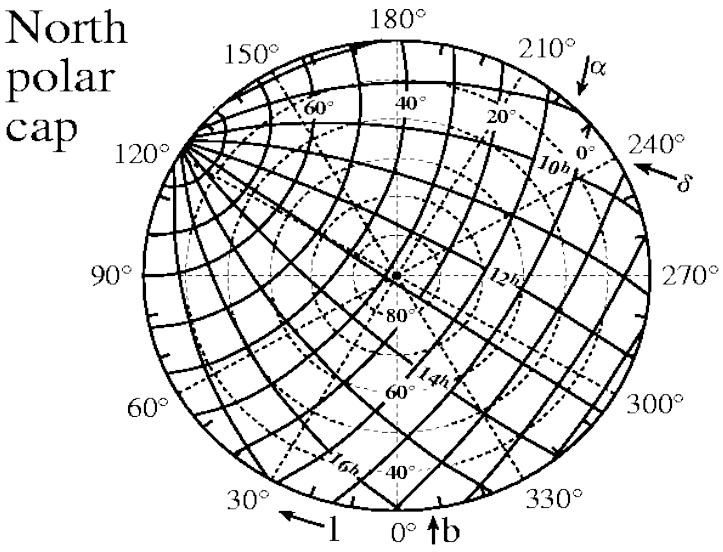
- Länge *l* auf der waagerechten Achse einstellen
- Breite *b* auf der vertikalen Achse einstellen

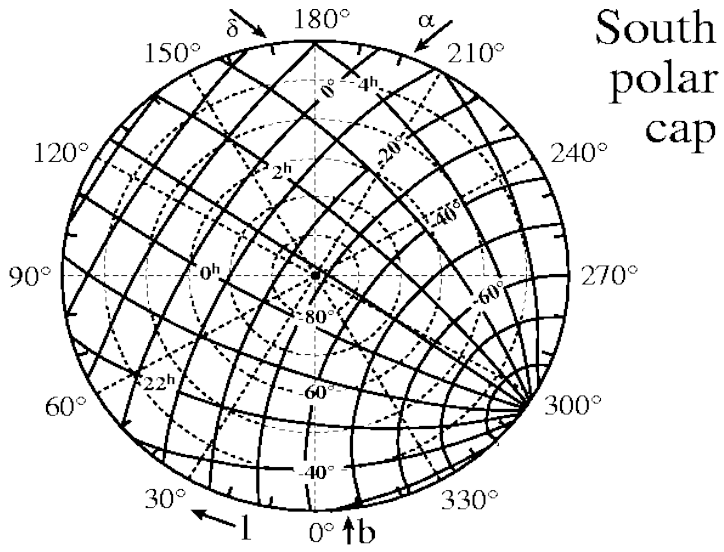
Die äquatorialen Koordinaten im Schnittpunkt ablesen:

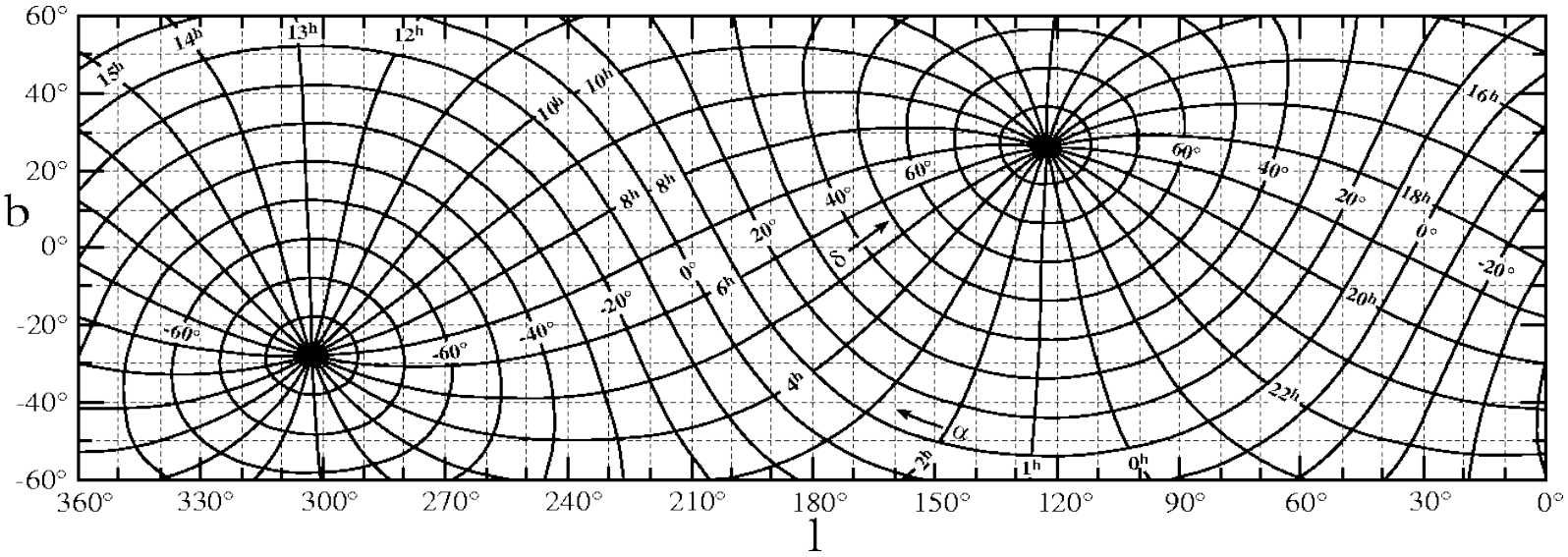
Rektaszension R.A.: 06h45m
Deklination δ: -16°43'

The Arecibo Legacy Fast ALFA Survey
http://egg.astro.cornell.edu/alfalfa/grads/ims13/gal2equ_aanda1998.gif

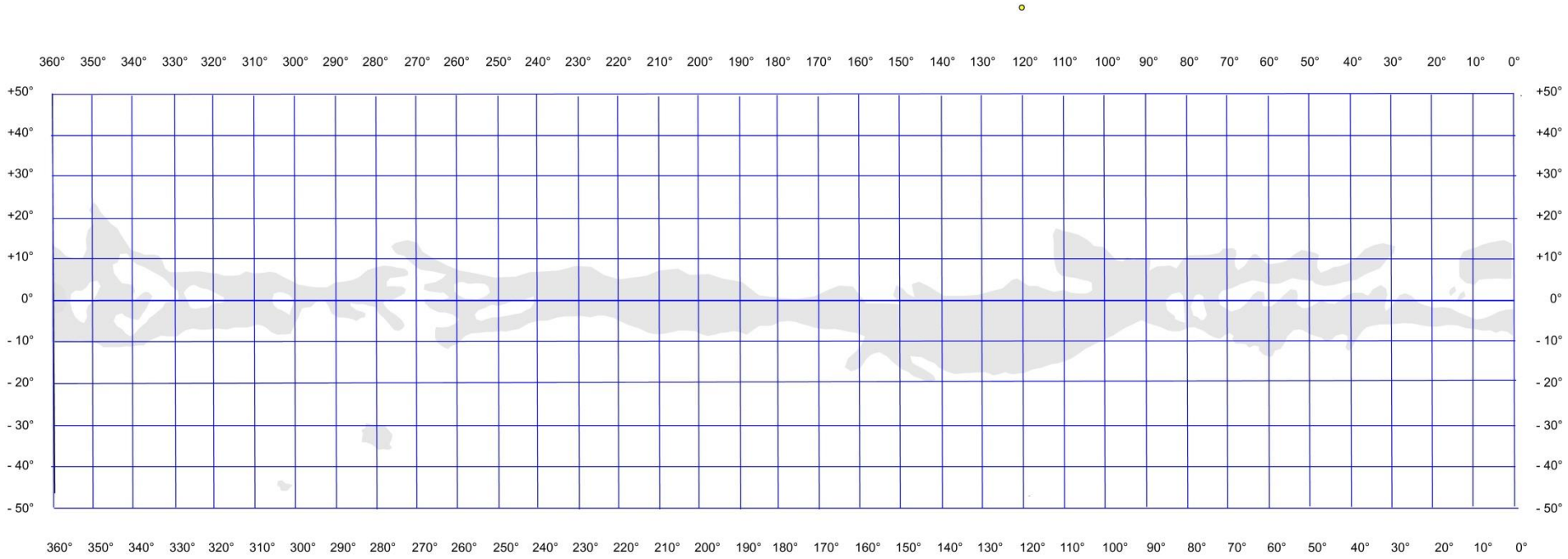

Right ascension, hr
Right ascension, hr (1950.0)
Dec.
Dec. 0° (1950.0)
NGP
SGP
Galactic center


North
polar
cap
180°
150°
210°
120°
240°
90°
270°
60°
300°
30°
330°
0°
l
b
α
δ
60°
40°
20°
0°
10h
12h
14h
16h
80°
60°
40°


South
polar
cap
180°
150°
210°
120°
240°
90°
270°
60°
300°
30°
330°
0°
l
b
δ
α
0°
4h
2h
20°
40°
0h
60°
80°
22h
60°
40°


60°
40°
20°
b
0°
-20°
-40°
-60°
360°
330°
300°
270°
240°
210°
180°
150°
120°
90°
60°
30°
0°
l
15h
14h
13h
12h
10h
8h
6h
4h
2h
1h
0h
18h
20h
22h
16h
60°
40°
20°
0°
-20°
-40°
-60°
δ
α

Karte zum Eintragen von Sternen in das galaktische Koordinatensystem



Grafik: Ingo Mennerich

Wenn die "große" modellhafte Darstellung aus Zeit- oder Preisgründen nicht in Frage kommt, können die ausgewählten Sterne mit ihren galaktischen Koordinaten und Entfernungen hier eingetragen werden.

Die galaktische Breite ist hier auf 50° begrenzt um Verzerrungen zu vermeiden.