

Astronomie – Einstiege in ein Fach, dass es leider nicht gibt

Vom Nahen zum Fernen: Astronomie in Zeit und Raum

Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover, Vinnhorster Weg 2, 30419 Hannover,
Tel.: 0511/16847665/7

Script zum Kurs der Regionalen Lehrerfortbildung am 06. und 20. November 2003

☺ Anregungen zum ausprobieren und selbst erfahren

AH Arbeitshilfen des Schulbiologiezentrums Hannover (kostenlos gedruckt und/oder unter zum Herunterladen www.foerderverein-schulbiologiezentrum.de erhältlich)

Galileo und die Folgen

- Oder wie wir verlernt haben, richtig hinzugucken...

„Du, die Erde ist doch eine Scheibe...?“

„Blödsinn, das sieht doch jedes Kind, das die Erde eine Kugel ist.“

„Nein, das sehe ich nicht. Was ich sehe ist eine Ebene, über die Sonne, Mond und Sterne fliegen, so wie Vögel am Himmel, nur langsamer...“

„Quatsch, die Sonne und der Mond wandern nicht, nur die Erde dreht sich.“

„Ach, und das kannst du sehen...?“

„Nöh, aber das weiß man eben, wenn man in der Schule aufgepasst hat.“

Zum Sonne, Mond und Sterne schauen:

AH 19.24 Für große und kleine Sterngucker:

Aufbau und Betrieb unseres ausleihbaren Spiegelteleskops

Zeit, Zeitgefühl und astronomische Grundlagen:

■ Sekunde:

60ster Teil einer Minute

■ Minute:

60ster Teil einer Stunde

Das **60er-(Hexagesimal-) System** der Sumerer und Babylonier ist erhalten in Zeitabschnitten (Sekunden, Minuten, Stunden (s.u.)), aber auch in Begriffen wie „Dutzend“ (60:5) oder dem englischen „Gross“ $144 = 12 \times 12$.

Die Zahl 60 hat eine Vielzahl von Teilern: 60, 30, 20, 15, 10, 6, 5, 4, 3, 2, 1. Dadurch wird das praktische Rechnen (Babylonier = Kaufleute) stark vereinfacht.



IFRAH (nach Waugh, „Time“) erklärt den Ursprung des Hexagesimalsystems so: Vier Finger der rechten Hand haben $4 \times 3 = 12$ Glieder. Zusammen mit den vier Fingern linken Hand mit jeweils dem Wert 12 entsteht ein „Abakus“ mit dem Daumen der rechten Hand als „Zeiger“. Die Zahl „34“ Beispielsweise wird durch 2 Finger der linken Hand ($2 \times 12 = 24$) und 10 Fingergliedern der rechten Hand dargestellt. Die höchste Zahl, die so abgebildet werden kann ist die 60.

12 ist annähernd die Zahl der Vollmonde pro Jahr

360 etwa die Zahl der Tage pro Jahr. Wenn das Jahr als Zyklus aufgefasst wird, ist zu vermuten, dass der Kreis deshalb noch heute in 360° aufgeteilt wird.

60 Bogenminuten bilden 1° , 1 Bogenminute wird in 60 Bogensekunden unterteilt.

Vor diesem Hintergrund ist es wohl kein Zufall, dass die Sehne durch einen Sextanten ($1/6$ -Kreisumfang oder $\varphi = 60^\circ$) genau π ist, also die Länge des Radius...

$$a_n = 2r \times \sin \frac{\varphi}{2}$$

Einen Kreis in 6, 12 und 24 Sektoren aufzuteilen, gelingt mit dem Zirkel oder mit einem Seil recht leicht.

☺ Rechne wie wahrscheinlich die Sumerer mit den Fingern im 60er System.

☺ Zeichne einen beliebig großen Kreis mit dem Zirkel. Lasse den Zirkel unverändert. Halbiere den Kreis, in dem du eine Linie durch den Mittelpunkt ziehst. Schlage jetzt Kreise um die beiden Schnittpunkte der Halbierenden mit dem Kreis. Verbinde alle Schnittpunkte auf dem Umfang des ersten Kreises. Was fällt dir auf?

☺ Baue dir eine einfache Sonnenuhr:
Nimm ein dickes Stück weiße Pappe. Schlage mit dem Zirkel einen Kreis und teile den Umfang in 6 gleiche Abschnitte. Teile jeden der Abschnitte mit dem Zirkel in zwei gleiche Hälften. Teile auch diese Abschnitte in zwei Hälften. Markiere die Abschnitte fortlaufend im Uhrzeigersinn von 0 – 23 (Uhr). Stecke einen geraden Stab senkrecht in den Mittelpunkt der Pappe. Stelle die Pappscheibe mit einem Klumpen Knetmasse so auf, dass die Spitze des Stabes auf den Polarstern zeigt. Der Polarstern steht genau im Norden. Der Winkel über dem Nordhorizont entspricht dem Breitengrad, auf dem du dich befindest (Atlas!). Die Markierung „0“ muss genau nach Süden, die „12“ genau nach Norden zeigen.

☺ Überlege, warum unsere Uhren rechts (und nicht links) herum laufen...

Das heutige 10er-System (Abzählen mit den Fingern) haben wir stark verinnerlicht. Das metrische System fußt darauf, genau so, wie der z.B. „runde“ oder oft als „Halbzeit“ empfundene 50ste Geburtstag...

Zeitgefühl:

- ☺ Schlage einen Rhythmus im Sekundentakt
- ☺ Befestige einen Schlüssel an einem Band und lasse ihn im Sekundentakt hin und her pendeln. Wie lang ist das Pendel (ausprobieren)?
- ☺ Berechne die Länge des Pendels L bei einer Schwingungsdauer von $T = 2$ s.
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (Fallbeschleunigung auf der Erdoberfläche)

$$L = \frac{T^2}{2\pi^2} \times g$$

- ☺ Befestige unterschiedlich schwere Gegenstände am Pendel. Ändert sich der Rhythmus?
- ☺ Armin Harry lief 100 m in 10 Sekunden: Laufe – ohne Uhr - 10 Sekunden lang. Wie weit bist du gekommen?
- ☺ Sei ganz still und halte deine Augen genau eine Minute lang geschlossen

■ Stunde:

24ster Teil eines Tages.

- Bei den Sumerern wurde der Tag in 12 Stunden aufgeteilt ($60 : 5 = 12$)
- Bei den Römern in 2×12 Stunden:
- 12 Stunden „ante meridiem (am)“ und 12 Stunden „post meridiem (pm)“
- heute amtlich = 24 Stunden, umgangssprachlich oft auch noch 2×12 Stunden
- „Halb sechs“ hat zwei Bedeutungen (05:30 und 17:30)
- Einstellung der Uhrzeit z.B. eines Videorecorders 12H oder 24H

☺ Eine Stunde kann ganz schön lang werden: Setze dich ruhig hin, tue nichts, schaue nicht auf die Uhr und sage eine Stunde lang kein Wort. Zwischendurch darfst du drei mal fragen, wie lange es noch dauert.

■ Uhrzeit:

- Gesetzliche Zeit: Überall in definierter Zeitzone gültig, Mitteleuropäische Zeit (MEZ) bezogen auf den mittleren Meridiandurchgang der Sonne über dem 15. östlichen Längengrad.
- Winter/Sommerzeit: Vor- und Zurückstellen der gesetzlichen Zeit
- Zeitzone: Im Osten ist es später, im Westen früher als bei uns

- Die wahre Ortszeit (WOZ) richtet sich nach dem lokalen Meridiandurchgang der Sonne. Der Zeitpunkt schwankt im Laufe des Jahres (siehe „Analemma“), der Mittelwert ist die Mittlere Ortszeit (MOZ). Eine Längendifferenz von 15° entspricht 1 h, 15' folglich einer Minute, 15'' einer Sekunde.

☺ Schlage einen Stab senkrecht in die Erde und beobachte, in welche Richtung der Schatten wandert. Stelle dich so hin, dass die Sonne zu Beginn genau über dem Stab steht. „Wandert“ die Sonne von links nach rechts oder von rechts nach links über den Horizont?

☺ Stelle dich so in die Sonne, dass sie dir auf den Hinterkopf scheint. Schließe die Augen und drehe dich ganz langsam (nach links) bis die Sonne über deinem linken Auge „aufgeht“ (dabei die Augen geschlossen halten, es wird trotzdem hell). Drehe dich langsam weiter, bis es „Mittag“ ist (Wärme auf deinem Gesicht) und über dem rechten Auge untergeht (es wird dunkel und kühler auf dem Gesicht)

☺ Stelle im Atlas fest, wie spät es jetzt z.B. in New York oder in Bangkok ist.

☺ Für größere Schüler: Berechne die Geschwindigkeit (km/h) mit der du dich auf der sich nach Osten drehenden Erde bewegst. Dazu musst du

- entweder die Länge des Breitengrades im Atlas ausmessen und das Ergebnis durch 24 Stunden teilen
- oder die Länge des Äquators mit dem Cosinus des Breitengrades multiplizieren und das Ergebnis durch 24 teilen (für die Sekundengeschwindigkeit wird das Ergebnis durch 3600 dividiert)

Beispiel: Breite: $52^\circ 24'$ (Schulbiologiezentrum Hannover)

Länge des Breitengrades: $40076,6 \text{ km} \times \cos 52^\circ 24' = 24452,54 \text{ km}$

Rotationsgeschwindigkeit (nach Osten): $24452,54 \text{ km} : 24 \text{ h} = 1018,9 \text{ km/h}$, d.h. 283,0 m/s

Früher ankommen als abfliegen: **Datumswechsel** an der Datumsgrenze

Lokale Zeit: Durch Erdrotation nach Osten (Sonne geht im Osten auf) ist es – bezogen auf die scheinbare Bewegung der Sonne im Osten später als im Westen. Historisch bis ins ausgehende 19. Jahrhundert „Aachener Zeit“ oder „Berliner Zeit“.

☺ Rufe bei Sonnenuntergang jemanden östlich und/oder westlich deines Ortes an und frage, ob die Sonne bei ihnen auch so schön untergeht.

☺ Male eine Sonnenuhr auf den Schulhof, Du selbst bist der Schattenwerfer (Zeitpunkt Tag- und Nachtgleiche = Frühlings- oder Herbstanfang)

AH 19.35 Die Sonnenuhr auf dem Schulhof (356 KB)

☺ Finde heraus, wann wirklich Mittag ist. Wann steht die Sonne genau im Süden?

Dazu brauchst du einen Kompass

Ausleihe als Klassensatz:

Schulbiologiezentrum/Freiluftschule Burg Burgstrasse 2

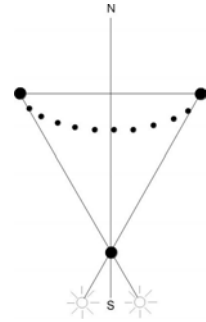
30419 Hannover

Tel. 0511/168-44267

Fax 0511/168-47352

oder du legst den Meridian mit Hilfe des „Indischen Kreises“ fest:

Schlage einen Stab senkrecht in die Erde.
 Markiere am Vormittag das Ende des Schattens.
 Miss die Länge des Schattens genau aus.
 Warte, bis der Schatten am Nachmittag die gleiche Länge erreicht.
 Markiere das Ende des Schattens.
 Verbinde die beiden Markierungen und lege eine Mittelsenkrechte.
 Die Mittelsenkrechte, die durch den Fußpunkt des Schattenstabs zieht, ist die Nord-Süd-Achse



AH 19.49 Geometrie im Strandkorb (652 KB)

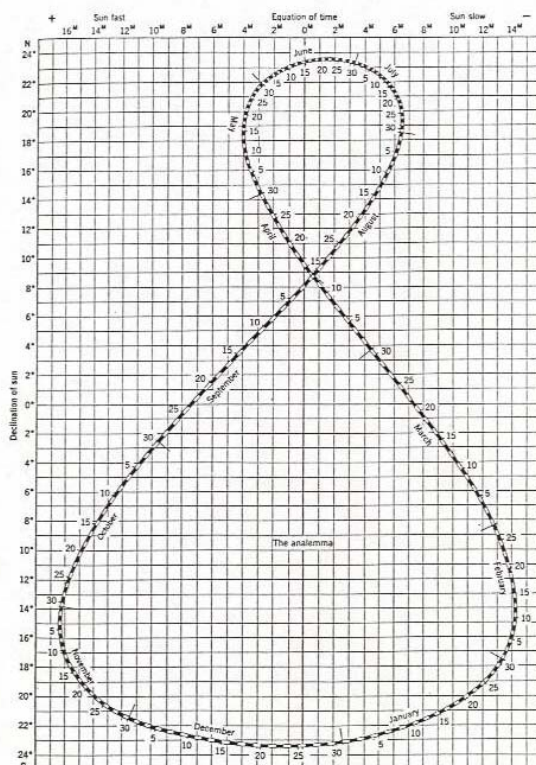
Für größere Schüler: Warum kommt das neue Jahr abends so langsam in Gang? Zwar geht die Sonne im Januar früher auf als im Dezember, abends wird es aber nicht später dunkel. Der Grund liegt in der Verschiebung des Tagesmittelpunktes (Meridiandurchgang der Sonne/„Mittag“) im Laufe eines Jahres. Er liegt im Januar deutlich vor dem mittleren Meridiandurchgang. Auskunft über die Abweichungen vom mittleren Meridiandurchgang gibt die „Zeitgleichung“ oder das „Analemma“ der Sonne (Kopiervorlage im Anhang)

☺ Achte im wöchentlichen Rhythmus darauf, wann die Sonne durch den Meridian geht.

☺ Für größere Schüler: Bestimme den **Längengrad** deines Ortes. Dazu wird eine, auf die Weltzeit (GMT oder UTC) eingestellte und um die „Zeitgleichung“ korrigierte Uhr benötigt. Wann genau geht die Sonne durch den Meridian?

Die Verschiebung des Meridiandurchgangs im Laufe des Jahres entnimmst du dem Analemma:

Aus der Abweichung lässt sich die geographische Länge bestimmen. Dabei gilt:
 Meridiandurchgang früher als Greenwich: Östliche Länge



Meridiandurchgang später als Greenwich:
 Westliche Länge

60 Minuten = 15°
 1 Minute = 15° : 60 = 15′
 1 Sekunde = 15° : 3600 = 15″

Beispiel:

Die Sonne geht am 06. November um 11:04 GMT/UTC durch den Meridian.

Nach dem Analemma ist das etwa 16 min 30 s früher als im Jahresmittel.

Mittlerer Meridiandurchgang am Ort: 11 h 04 min + 16 min 30 s = 11h 20 min 30 s GMT/UTC

Mittlerer Meridiandurchgang in Greenwich 12 h 00 min 00 s GMT/UTC (Nullmeridian)

Aus der Zeitdifferenz von - 39 min 30 s ergibt sich $15^\circ : 60 \times 39,5 = 9,875^\circ = 09^\circ 52' 30''$ östliche Länge (Hannover)

Die **geographische Breite** lässt sich nach dem Bestimmen der Sonnenhöhe zum Zeitpunkt des Meridiandurchgangs und unter Zuhilfenahme des Analemmas leicht errechnen:

Am 06. November wird mittags mit dem Sextanten eine Höhe von $\alpha = 21^\circ 40'$ gemessen. Die aus dem Analemma abgelesene „Deklination“ der Sonne beträgt $-15^\circ 45'$. Das bedeutet, dass die Sonne zur Zeit mittags über $15^\circ 45'$ südlicher Breite senkrecht steht.

Jetzt gilt:

Geographische Breite $\varphi = 90^\circ - \alpha$ (Horizontwinkel) $+ \delta$ (Deklination)

Achtung: Ist die Deklination negativ, gilt $\varphi = 90^\circ - \alpha + (-\delta) = 90^\circ - \alpha - \delta$

$\varphi = 90^\circ - 21^\circ 40' - 15^\circ 45' = 52^\circ 35'$ nördliche Breite (Hannover)

■ Tag:

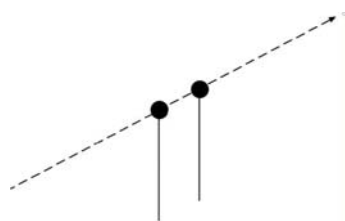
ca. 365ster Teil eines Jahres = 24 Stunden

Mittlere, angenäherte Dauer einer Erdrotation in Bezug auf die Sonne (Mittag – Mittag)

Subjektiv: Tageslänge (kurze Tage, lange Tage abhängig von der Jahreszeit)

Als Sterntag wird der 23 h 56 min dauernde Zeitraum einer Erdrotation in Bezug auf die Sterne bezeichnet.

☺ Suche abends einen hellen Stern in Horizontnähe. Warte, bis er über einem auffälligen Punkt steht. Notiere die genaue Zeit. Schaue am nächsten Abend nach, wann er die gleiche Position erreicht.



Du kannst die Zeiten genauer messen, wenn du dir eine Visiereinrichtung aus „Kimme“ und „Korn“ schaffst. Dazu steckst du zwei Stecknadeln so in eine stabile, bis zum nächsten Abend unbewegliche Unterlage, dass die Stecknadelköpfe eine Linie mit dem Stern bilden.

☺ Verfolge den Stern über mehrere Tage und Wochen hinweg. Notiere jedes mal die genaue Uhrzeit. Was fällt dir auf?

■ Monat:

30 bzw. 31 Tage, Februar 28 (in Schaltjahren 29 Tage)

Der Monat (von „Mond“) entspricht ursprünglich annähernd der Zeit, die zwischen zwei gleichen Mondphasen vergeht (z.B. Vollmond – Vollmond)

Der Mond „nimmt zu“ und „nimmt ab“ (Eselsbrücken z.B. altdeutsches z und a). Er geht von Tag zu Tag etwa später auf und unter, erreicht damit auch täglich etwa 50 Minuten später seinen gestrigen „Platz“ am Himmel.

☺ Beobachte den Mond, wenn möglich Tag für Tag. Zeichne ihn täglich. Notiere, wann er über einem - von dir ausgesuchten - Punkt (z.B. ein Baum) steht.

Der Mond „wandert“ in Bezug auf die Sterne nach links (von Westen nach Osten). Das lässt sich, besonders wenn helle Sterne oder Planeten in seiner Nähe stehen, schon nach einer Stunde feststellen: Der Mond wandert nach links am Stern vorbei während beide, bedingt durch die Erdrotation nach rechts wandern (der Mond scheinbar langsamer als der Stern)

☺ Beobachte den Mond und die Sterne in seiner Nähe einen Abend lang. Mache eine Zeichnung.

☺ Passend dazu: Quiz nach der Vorlage von „Wer wird Millionär?“

AH [19.54](#) Mondquiz für Vertretungsstunden (390 kB)

Passend zu 19.54: Das Mondquiz als [Computerspiel](#) (pps-Datei, 2400 KB)

Ebbe und Flut treten täglich etwa 50 Minuten später ein.

☺ Am Meer: Stelle fest, wann Ebbe und wann Flut ist. Achte auf den Mond (er ist oft auch am Tage zu sehen!). Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem „Platz“ des Mondes am Himmel und den Gezeiten?

☺ Baue dir eine Gezeitenuhr

AH [19.53](#) Einfache Gezeitenuhr (610 KB)

AH 19.13 Ebbe und Flut:

Eine einfache Uhr zur Veranschaulichung der Gezeiten erzeugenden Kräfte

Die Erde ist eine Kugel, und das kann man sehen, ohne die Erde zu verlassen:

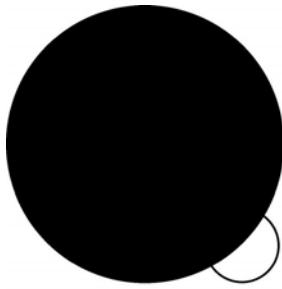
Für größere Schüler:

Größenvergleich Erde – Mond



Bei einer Mondfinsternis wandert der Mond in den Schatten der Erde hinein. Der Schatten hat eine gebogene Form. Hier kann man tatsächlich sehen, dass die Erde rund ist! Der gebogene Rand kann zu einer Kugel ergänzt werden. Da die Entfernung Sonne – (Erde/Mond) sehr groß ist wird die Größe der Erde dadurch recht gut abbildet. Die Beachte, dass die Grenzlinie zwischen der beleuchteten und dunklen Mondoberfläche unscharf ist. Der Grund für die Unschärfe liegt in der Erdatmosphäre, die das Sonnenlicht bricht daher auch der nicht ganz verfinsterte, tief rote Mond. Die Größe (Äquatorumfang) der Erde kann man sich (theoretisch) „erwandern“. Aus der Krümmung des Erdschattens auf dem Mond lässt sich daher abschätzen, wie groß die Erde im Verhältnis zum Mond ist. Da Umfang und Durchmesser der Erde bekannt ist, lässt sich daraus die Größe des Mondes errechnen. (Tatsächlich wird der Schatten der Erde durch Lichtbrechung in er Erdatmosphäre 1 – 2 % größer als es den geometrischen Verhältnissen entspricht)

☺ Mache ein Foto des sich verfinsternden Mondes. Der Vollmond wandert von rechts nach links in den Schatten der Erde hinein (von Westen nach Osten). Der Rand des Erdschattens ist rund. Schneide unterschiedlich große kreisförmige Pappscheiben aus. Die Scheibe, die genau auf den Schattenrand passt, zeigt etwa, welche Größe die Erde im Verhältnis zum Mond hat.



Bestimme auf dem Bild den scheinbaren Radius des Mondes und der Erde. Berechne daraus und mit dem im Atlas nachzuschlagenden Radius der Erde ihren Umfang ($2\pi r$) und das Volumen ($V = \frac{4}{3}\pi r^3$).

Erde $r = 6378$ km
Mond $r = 1738$ km

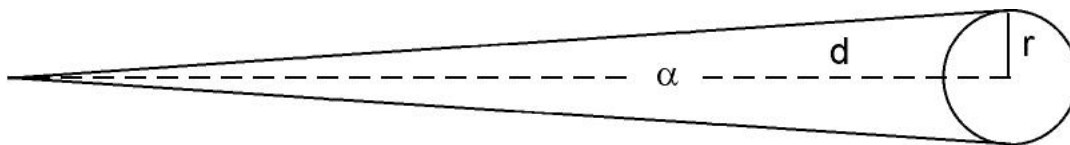
Abstand Erde – Mond

Mit dem Sextanten lässt sich die scheinbare Größe des Mondes (Bruchteile eines Winkelgrades, etwa $30'$) vermessen.

[AH 19.52](#) Spiegelsextant zum Selbstbau (273 KB)

[Schnittmuster](#) zum Spiegelsextanten (224 KB)

Für eine maßstäbliche Zeichnung bräuchte man ein sehr langes Stück Papier und ein entsprechendes Lineal. Daher ist es besser, aus der abgeschätzten tatsächlichen Größe des Mondes und seiner scheinbaren Größe seine Entfernung zu berechnen.



Die Entfernung Erde – Mond ist bei bekanntem Mondradius leicht mit dem Taschenrechner zu bestimmen. Teile den Radius durch den Tangens des halben mit dem Sextanten gemessenen Schwinkels.

$$d = \frac{r}{\tan(\alpha:2)}$$

■ Jahreszeiten:

Frühling, Sommer, Herbst, Winter

Die Erde bewegt sich im Laufe eines Jahres auf einer Ellipse um die Sonne.

Einem populären Irrglauben zum Trotz ist die Sonnennähe (Anfang Januar) bzw. Sonnenferne (Anfang Juli) nicht die Ursachen der Jahreszeiten. Die Sonnennähe im Winter bringt der Nordhalbkugel ein relatives Plus an Einstrahlung, dadurch ist die an Festlandfläche reichere Nordhemisphäre im Winter wärmer (und im Sommer bei Sonnenferne) als eigentlich zu erwarten. Die Sonne ist im Juli – weil weiter entfernt - geringfügig „kleiner“ als im Januar. Das ist mit einfachen Mitteln aber nicht festzustellen.

„Im Sommer sind die Tage länger als im Winter“, d.h. es ist länger hell

☺ Beobachte und notiere im Jahresverlauf, wann und wo die Sonne auf- und untergeht. Zeichne einen „Horizontkalender“. Zeichne dazu aus einer freien und festen Beobachtungsposition den Horizont maßstabsgetreu und markiere wo und wann die Sonne den Horizont berührt. Der Horizont kann unter Umständen auch aus Hausdächern und Baumwipfeln bestehen. Achte besonders auf den längsten und kürzesten Tag (21.06. bzw. 21.12.).

AH 19.33 Sonne und Zeit: Der Kalender am Horizont

AH [19.47](#) Wann geht die Sonne auf und unter? (154 KB)

„Im Sommer ist es wärmer als im Winter und die Schatten sind kürzer“

☺ Messe die Länge deines Schattens im Sommer und im Winter

☺ Verfolge die tägliche scheinbare „Wanderung“ der Sonne z.B. dadurch, dass du in etwa viertelstündigen Abständen Reißzwecken in eine Drahthaube steckst. Stecke sie so in die Drahtmaschen, dass ihr Schatten genau auf das Zentrum unter Haube fällt. Die Kette der Reißzwecken zeichnen den „Tagbogen“ der Sonne nach.

AH 19.34 Sonne und Zeit: Der Lauf der Sonne

☺ Für größere Schüler: Bestimme die Höhe der Sonne durch Vergleich der Länge eines senkrechten Stabes und der Länge seines Schattens. Mache dazu eine maßstabsgetreue Zeichnung und/oder berechne den Winkel mit Hilfe des Sinus oder des Tangens.

☺ Für größere Schüler: Bestimme die Höhe der Sonne mit einem Quadranten oder Sextanten

AH 19.14 Wie hoch ist der Baum?

Trigonometrische Messungen mit dem "Arme-Leute-Sextanten"

AH Vorlage für den "[Arme-Leute-Quadranten](#)" (60 KB)

AH [19.52](#) Spiegelsextant zum Selbstbau (273 KB)

AH [Schnittmuster](#) zum Spiegelsextanten (224 KB)

☺ Halte eine Papprohre so, dass die Sonne („Sonnenstrahlen“) durch die Röhre hindurch auf eine waagerechte und hellen Fläche scheint. Der Rand der Röhre bildet einen schmalen Schattenrand, der bei uns nicht (wie in den Tropen) kreisförmig ist, sondern eine Ellipse bildet. Wie groß ist die Fläche in der Ellipse (z.B. Zahl der Kästchen auf kariertem Papier)

☺ Für größere Schüler: Der Zusammenhang, dass eine im Sommer hoch über dem Horizont stehende Sonne mehr Energie pro Flächeneinheit auf eine Ebene strahlt als im Winter wird durch die Beziehung $P_{\max}/m^2 = \sin \alpha \times 1000$ erfasst. P_{\max} ist die solare Leistung, die auf einen Quadratmeter eingestrahlt wird, α der Winkel der Sonne über dem Horizont. Die Formel gibt die geometrisch maximal mögliche Einstrahlungsleistung an, nicht berücksichtigt sind Verluste durch Absorption und Streuung.

AH [19.44](#) "Sonnenenergie-Uhr": Abschätzen der solaren Strahlungsleistung (295 KB)

Warum der Weihnachtsmann in Australien kurze Hosen trägt:

☺ Klebe zwei schwarze, z.B. in Form einer Hand ausgeschnittene Folien untereinander auf die „Nord-, und „Südseite“ eines großen Balls (z.B. Gymnastikball). Stelle den Ball so auf eine Unterlage (z.B. einen Eimer), dass der „Nordpol“ (Ventil) auf den Polarstern zeigt (Hannover 52° über dem nördlichen Horizont). Richte die „Hände“ nach Süden aus. Lasse die Sonne im Sommer und im Winter auf den Ball scheinen. Welche Hand wird im Sommer, welche im Winter wärmer?

AH [19.42](#) Der Globus der begreifbar macht, warum es Jahreszeiten gibt (334 KB)

Beginn **Frühling** bzw. **Herbst** zu den Tag- und Nachtgleichen (21. März bzw. 23. September). Dann geht die Sonne im Osten auf und im Westen unter. Durch optische „Anhebung“ der Sonne in Horizontnähe (Refraktion in Folge des langen Weges durch die Atmosphäre) lässt sich der Zeitpunkt der Tag- und Nachtgleiche durch Beobachtung nicht genau feststellen.

Beginn Sommer bzw. Winter (21. Juni bzw. 21. Dezember) jeweils zum Solstitium („Sonnenstillstand“: Aufgangs- und Untergangspunkte bleiben für mehrere Tage gleich und sind dann rückläufig).

■ Jahr:

Etwa 365 Tage, angenäherte Dauer der „Reise“ der Erde um die Sonne

☺ Kennst du dein Sternzeichen? Wann sind Waagen, Jungfrauen oder Skorpione geboren? Was haben die Sterne mit dem Geburtstag zu tun?

AH 19.50 Sterne lügen nicht ?!

Die Geschichte von den Widdern, die Flossen trugen und von der Jungfrau, die nie eine war. Eine kleine (astronomische) Anleitung zum richtigen Umgang mit Horoskopen.

Die Begriffe Frühlings-, Sommer-, Herbst und Wintersternbilder deuten darauf hin dass in den vier Jahreszeiten unterschiedliche Sterne zu sehen sind. Der Himmel verändert sich also im Jahreslauf. Die Sterne bewegen sich im Laufe einer Nacht – durch der Rotation der Erde – scheinbar von links nach rechts. Dabei erreichen sie ihre Position von Tag zu Tag etwa 4 Minuten später.

☺ Schaue an einem Winterabend auf einen hellen und leicht wieder zu findenden Stern über dem Südhorizont , z.B. dem Sirius (a Canis major, Großer Hund). Warte so lange, bis der Stern genau über einem leicht wieder zu findenden und möglichst weit entfernten festen Punkt steht, z.B. einer Kirchturmspitze. Notiere die genaue Zeit. Verfolge den Stern am folgenden Abend vom gleichen Ort aus.

Erreicht er den Punkt zur gleichen Zeit, früher oder später?

Wenn der Stern zur gleichen Zeit über dem gleichen Punkt erscheint ist ein Jahr* vergangen.

*) Gemeint ist das „siderische Jahr“, bezogen auf die scheinbare Position der Sterne:

365 d 6 h 9 min 9 s.

Davon unterschieden ist das „tropische Jahr“, das sich auf den Lauf der Sonne bezieht:

Nach 365 d 5 h 48 min 46 s „geht“ die Sonne erneut durch den „Frühlingspunkt“, dem Schnittpunkt zwischen Himmelsäquator und Ekliptik (scheinbarer Sonnenbahn). Mit Erreichen des Frühlingspunktes steht die Sonne mittags senkrecht über dem Äquator.

Die Tatsache, dass das Jahr um etwa 6 Tage länger als 365 Tage ist, findet seinen Niederschlag im alle vier Jahre eingefügten „Schaltjahr“.

Durch Gezeitenreibungseffekte des Systems Mond-Erde verlangsamt sich die Rotation der Erde geringfügig. Die Tage und Jahre werden dadurch länger. Die Energie des Systems verlagert sich auf den Mond, der dadurch an Geschwindigkeit (Fliehkraft) gewinnt und sich damit von der Erde entfernt

☺ Schaue am späten Abend (möglichst um Mitternacht) auf den Sternenhimmel. Welche Sterne kannst Du im Frühling, Sommer, Herbst und Winter über dem südlichen Horizont sehen? Benutze eine „Drehbare Sternkarte“ als Hilfsmittel. Die Sonne steht um Mitternacht unter dem Nordhorizont, also genau gegenüber. In ihrer Nähe würdest du außerhalb der Lufthülle unserer Erde die Sterne sehen, die zu vor einem halben Jahr um Mitternacht im Süden gesehen hast.

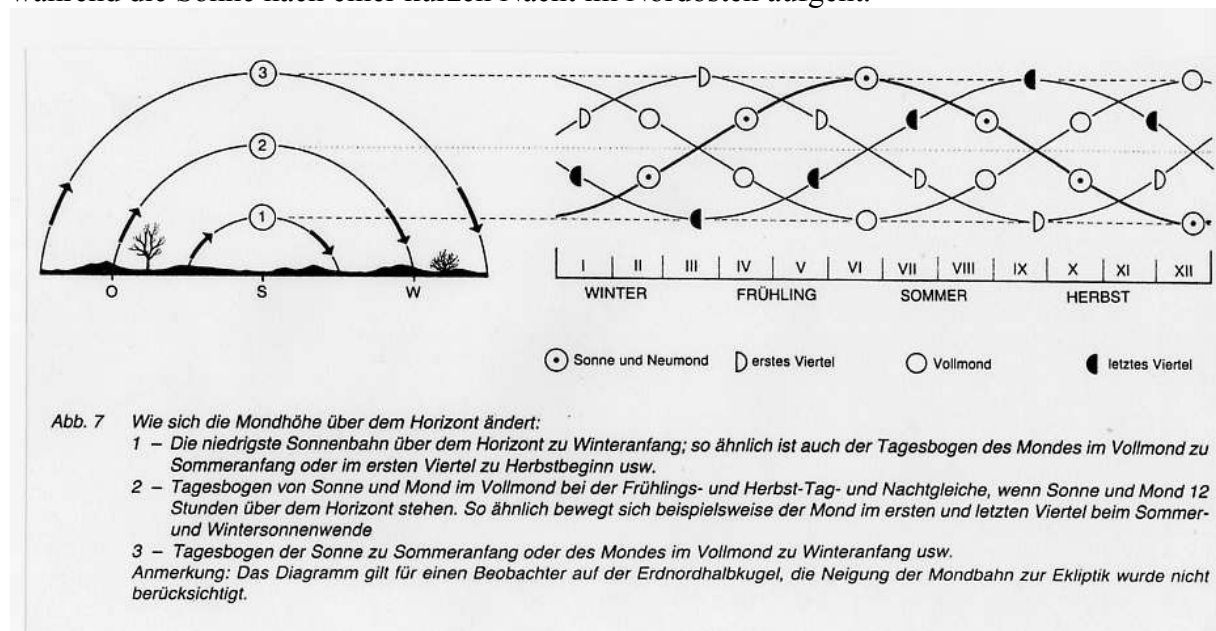
Die Sonne stand vor einem halben Jahr also in der Nähe der Sterne, die ihr jetzt gegenüber liegen. Auf der Sternkarte siehst du eine „Ekliptik“ genannte Bahn, auf der sich die Sonne im Laufe eines Jahres zu bewegen scheint.

Erkennst du jetzt, warum es Stier-, Schütze- oder Widder-Geborene gibt und was das mit der Sonne zu tun hat?

AH 19.15 Eine drehbare Sternkarte zum Selbstbau
Welcher Stern ist wann und wo zu sehen?

☺ Vollmond ist nicht gleich Vollmond: Verfolge den Weg des Vollmondes über eine Nacht hinweg. Tue dies im Sommer und dann im Winter.

Der Vollmond geht auf, wenn die Sonne untergeht und steht ihr gegenüber. Im Sommer, wenn die Sonne einen weiten, hohen Tagbogen beschreibt und abends im Nordwesten untergeht, geht der Mond im Südosten auf und zieht im Laufe der Nacht in einem kurzen Bogen über den Südhorizont. Er geht schon nach wenigen Stunden im Südwesten unter, während die Sonne nach einer kurzen Nacht im Nordosten aufgeht.



Aus:
Antonín. Rückl, Mondatlas, Dausien Verlag, Hanau, o.J.

☺ Überlege, wo und wann der Vollmond im Winter auf- und untergeht. Welchen Weg beschreibt er im Laufe der Nacht?

☺ Verfolge den Mond einen Monat lang im Sommer. Notiere Auf- und Untergangszeiten, Auf- und Untergangsorte und die Höhe/Weite des Bogens. Welche Regeln kannst du aus deinen Beobachtungen ableiten?

Sind Fixsterne wirklich fix...?

Im Gegensatz zu den Planeten, den „Wandelsternen“ sind Fixsterne die Sterne, die nach ihrer Definition einen festen Platz am Himmel besetzen. Es scheint aber, als ob auch Sterne wandern: Sie bewegen sich von links nach rechts um eine unsichtbare Achse herum.

Ein guter Einstieg in den sich jahreszeitlich verändernden Sternhimmel ist das Thema „Sternzeichen“. Da fast jeder – ob er nun daran glaubt oder nicht – sein Sternzeichen kennt, lässt sich schnell ein persönlicher Bezug zum Thema herstellen. Ein Sitzkreis sortiert sich leicht nach Sternzeichen und Geburtstagen. Warum ist jemand ein Stier oder ein Skorpion? Die astronomischen Grundlagen finden Sie z.B. in:

AH 19.50 „Sterne lügen nicht?! Die Geschichte von den Widdern die Flossen trugen und von der Jungfrau, die nie eine war...“ (Eine kleine astronomische Anleitung zum richtigen Umgang mit Horoskopen)

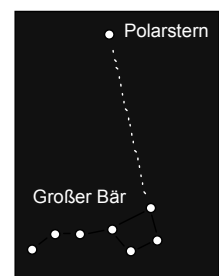
Darin enthalten sind auch Unterrichtsvorschläge zur Einführung in das Thema.

☺ Setze Fernglas auf ein Stativ. Blicke auf den Mond oder einen hellen Stern (Um schwerste Augenschäden zu vermeiden nicht auf die Sonne!!!). Achte auf die Bewegungsrichtung im Sehfeld.



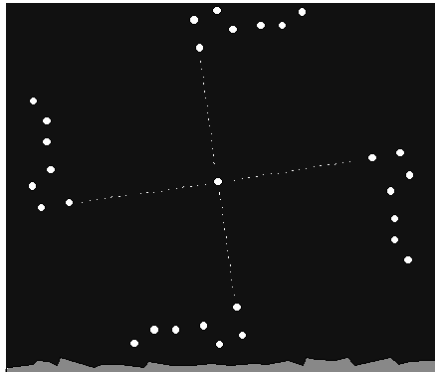
☺ Setze eine Kamera mit einem möglichst empfindlichen Film (400 ASA) auf ein Stativ. Richte sie abends auf den Polarstern. Belichte den Film längere Zeit. Die „Bewegung“ der Sterne schafft helle gekrümmte Spuren. Suche das Zentrum der Bewegung.

☺ Suche den Großen Wagen. Das Sternbild Großer Wagen wird gebildet aus einem „Kasten“ mit vier Sternen und einer „Deichsel“ aus drei Sternen. Verlängere die Distanz der hinteren Kastensterne um das fünffache. Dann stößt du auf den Polarstern. Verfolge die Bewegung des Großen Wagens über mehrere Stunden. Bewegt er sich wie eine Kutsche (mit der Deichsel voran) oder wie ein Kinderwagen (mit dem Kasten voran)?



☺ Der Große Wagen zeigt dir die Zeit an. Er bewegt sich in fast 24 Stunden um einen Punkt in unmittelbarer Nähe des Polarsterns herum. Beobachte die Lage des Großen Wagens stündlich. Mache eine Skizze und notiere das Datum. Wiederhole die Beobachtung in monatlichem Abstand.

Eine Sternenuhr (Nocturnal)



Als Zeitgeber dient der Große Wagen, der in fast 24 Stunden (23 h 56 min) gegen den Uhrzeiger um den Himmelsnordpol rotiert. Einzustellen ist nur das aktuelle Datum. Dann wird der Polarstern anvisiert. Die Verbindungslinie der beiden äußeren Kastensterne ist der Zeiger einer 24-Stunden-Uhr.

Ein guter Bausatz von Klaus Hünig, ASTRO-Media ist im Buchhandel erhältlich (10,80 €).

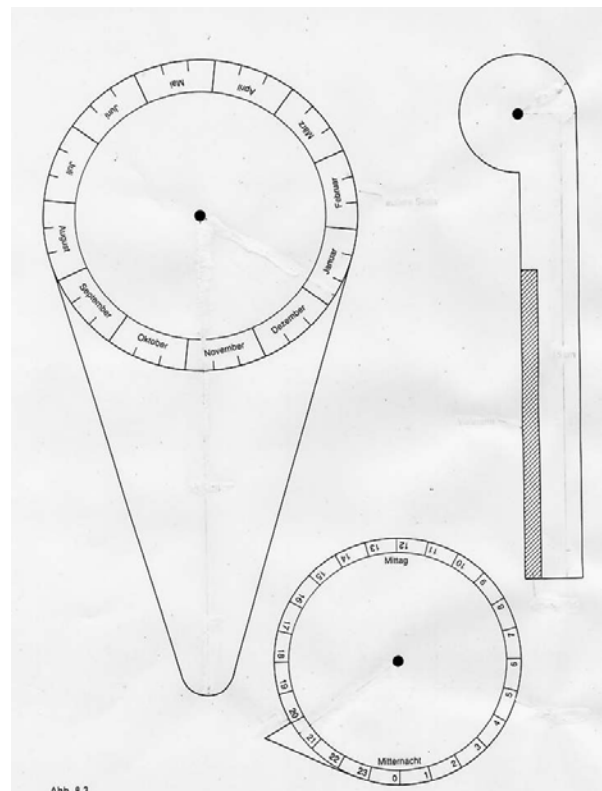
Einfacher, billiger und leichter herstellbar :
 Percy Seymour: *Astronomie ganz einfach ,
 Bauen und Beobachten – Von der Sonnenuhr
 bis zum Spiegelfernrohr*, Kosmos, Franckh´sche
 Verlagshandlung, Stuttgart.
 Darin sind 22 Projektvorschläge enthalten, unter
 anderem eine Sternenuhr:

☺ Baue dir eine Sternenuhr:

Benötigt wird die auf Overhead-Folie kopierte
 Vorlage (im Anhang!) und ein Laminiergerät
 mit Folientaschen A 4 (125 Mikrometer oder
 stärker).

Schneide die äußere und die innere Scheibe so
 wie den Zeiger aus. Lasse dabei etwa 2 mm
 überstehen.

Lege die drei Teile in eine Laminiertasche.
 Laminieren sie und schneide sie noch einmal aus.
 Achte auch hier auf etwa 2 mm Überstand.



Drehbare Sternkarten

Drehbare Sternkarten geben eine Übersicht über den sich tages- und jahreszeitlich ändernden, bei uns sichtbaren Himmelsausschnitt. Für den deutschen Raum gilt im Allgemeinen der 50. nördliche Breitengrad als Bezug.

Nicht direkt ablesbar ist die Position (und Phase) des Mondes und der Planeten. Ihre Ephemeriden (Bahndaten) sind in astronomischen Jahrbüchern (z.B. dem „KOSMOS - Himmelsjahr“, Franckh'sche Verlagshandlung) als Tabellen abgedruckt und lassen sich leicht auf eine Drehbare Sternkarte übertragen.

Es gibt auch drehbare Sternkarten für den südlichen Himmel. Damit lässt sich z.B. zeigen, dass die scheinbare Bewegung der Sonne, des Mondes, der Planeten und der Sterne anders herum verläuft: Die Sonne wandert aus östlicher Richtung nach links und steht mittags im Norden.

Im Handel erhältlich ist z.B.

- Die „Drehbare Stern-Karte“, KOSMOS-Verlag (Nördlicher Sternhimmel)

AH 19.15 Eine drehbare Sternkarte zum Selbstbau – Welcher Stern ist wann und wo zu sehen?

Darin enthalten sind - neben einer Einführung in das Thema - Bauvorschläge und Schnittmuster für einfache drehbare Sternkarten, nur ausgeschnitten und laminiert werden müssen. Als Grundplatte kann mit der Laubsäge eine kreisrunde Holzplatte ausgeschnitten werden.

Als AG- oder Projektwochenvorschlag sei der Bau einer **Großen Drehbaren Sternkarte** empfohlen. Dazu wird eine große (runde) Karte des gesamten nördlichen Sternhimmels benötigt. Sie wird glatt auf eine passend zugeschnittene Holzplatte geklebt. Auch die Deckplatte mit dem sich verändernden tatsächlichen Ausschnitt wird aus Holz geschnitten. Bewährt hat sich hier eine kreisrund geschnittene Unterlage aus Plexiglas. Das Datum ist außen auf der Sternkarte vorgegeben, die Stundeneinteilung muss selbst eingefügt werden. Ein Muster hängt im Schulbiologiezentrum Hannover.

Wir im All

„Die Astronomie ist vielleicht die Wissenschaft...wo der Mensch am besten lernen kann, wie klein er ist“

(Georg Christoph Lichtenberg)

Räumliche Vorstellung

Der Planetenpfad im Schulbiologiezentrum ist ein räumliches, maßstabsgetreues Modell des Sonnensystems. Die Sonne ist als Golfball dargestellt, der Weg bis zum Pluto beträgt 174 m. Der Stecknadelkopf „Erde“ steht in 4,36 m Entfernung vom Golfball „Sonne“.

Das Modell ist natürlich statisch und geht nur von den mittleren Entfernungen aus. Tatsächlich bewegen sich die Planeten, ihre Entfernungen zur Sonne und untereinander ändern sich ständig. Die geringste und größte Entfernung von der Erde bzw. der Sonne zum Planeten ist in der Info-Tafel angegeben. Darin finden Sie auch die hypothetisch benötigte Zeit zu Fuß, im Auto oder im Flugzeug. Der Planetenpfad kann in „Lichtgeschwindigkeit“ abgegangen werden (zwei Fußlängen pro Minute). Dabei wird deutlich, wie lange das Licht der Sonne und der anderen Planeten bereits unterwegs war, bevor wir ihn sehen... Da der Planetenpfad gedanklich beliebig weit in den Raum verlängert werden kann, haben wir ihn „Weltraumpfad“ genannt. Der Stern Sirius, der nächste bei uns sichtbare Stern, wäre 2206 km vom Golfball „Sonne“ entfernt. Andere Sterne sind einer angefügten Liste zu entnehmen.

AH 19.38 Wenn die Sonne ein Golfball wäre... Der „Weltraumpfad“ im Schulbiologiezentrum.

Wie viele Sterne gibt es eigentlich? Mit Hilfe einer Pappröhre kann in einer klaren Nacht der Sternhimmel ausgezählt werden. Die Röhre begrenzt das Sichtfeld, das eine bestimmte (zu berechnende) Teilfläche des Himmels überspannt. Die im Rohr sichtbaren Sterne werden in mehreren beliebigen Himmelsgebieten gezählt. Aus dem Durchschnittswert und dem als Kugeloberfläche angenommenen gesamten Himmel lässt sich eine Gesamtzahl der sichtbaren Sterne berechnen.

Für den Beobachter leicht feststellbar ist die ungleichmäßige Verteilung der Sterne. Die Nähe der meisten Sterne zur Milchstraße führt zu einem räumlichen Modell der Galaxis, in der unsere Sonne nur ein Stern unter etwa 100 Milliarden anderen ist.

AH 19.22 Weißt du wie viel Sternlein...? Mit dem „Astro-Zählrohr“ auf Standortsuche in der Milchstraße.

Um große Zahlen anschaulich zu machen, empfehlen wir Ihnen z.B. ein Computerprogramm, mit dem Zahlen im Gedankenexperiment räumlich dargestellt werden können. Beispielsweise lässt sich berechnen, welches Volumen 100 Milliarden Sandkörner ausfüllen.

AH 19.48 Keine Angst vor großen Zahlen! Unvorstellbare Mengen anschaulicher darstellen. Das Computerprogramm „mengen.exe“ liegt unter www.foerdereverein-schulbiologiezentrum.de/arbeitshilfen.htm herunterladen.

☺ „Der „Sternenigel“

Mit unseren Möglichkeiten können wir die Distanz zu den Sternen nicht messen. In Astronomischen Lexika und Sternenkatalogen lassen sich die entsprechenden Daten jedoch bequem nachschlagen. Um uns einen Begriff von den räumlichen Konstellationen der hellsten Sterne zu machen, möchten wir den "Sternenigel" vorschlagen:

In eine Knetgummikugel stecken wir dünne Metallstäbe (z.B. Schweißstäbe aus dem Baumarkt) die vorher auf eine bestimmte, der Länge gestutzt haben. Jeder Stab zeigt uns die Richtung zu einem bestimmten Stern. Die Richtung kannst du mit dem Quadranten oder Sextanten und dem Kompass bestimmen. Die Länge des Stabes entspricht der Entfernung.

Einige der hellsten, bei uns sichtbaren Sterne und ihre Entfernung. (Wir beschränken uns hier auf Sterne, die wir im Rahmen dieses Heftes ansprechen)

In der dritten Spalte sind mögliche Längen der Metallstäbe angegeben (1 Lichtjahr \Rightarrow 1 mm)

Sirius	Gr. Hund	8,7 Lj	0,9 cm
Procyon	Kl. Hund	11,3 Lj	1,1 cm
Polarstern	Kl. Bär	470 Lj.	47 cm
α Ursae maioris	Großer Bär	96 Lj	9,6 cm
β Ursae maioris	Großer Bär	76 Lj	7,6 cm
γ Ursae maioris	Großer Bär	80 Lj	8,0 cm
δ Ursae maioris	Großer Bär	76 Lj	7,6 cm
ζ Ursae maioris	Großer Bär	74 Lj	7,4 cm
ϵ Ursae maioris	Großer Bär		
η Ursae maioris	Großer Bär	160 Lj	16 cm
α Cassiopeiae	Cassiopeia	160 Lj	16 cm
β Cassiopeiae	Cassiopeia	47 Lj	4,7 cm
γ Cassiopeiae	Cassiopeia	650 Lj	65 cm
δ Cassiopeiae	Cassiopeia	76 Lj	7,6 cm

☺ „Sternangler“

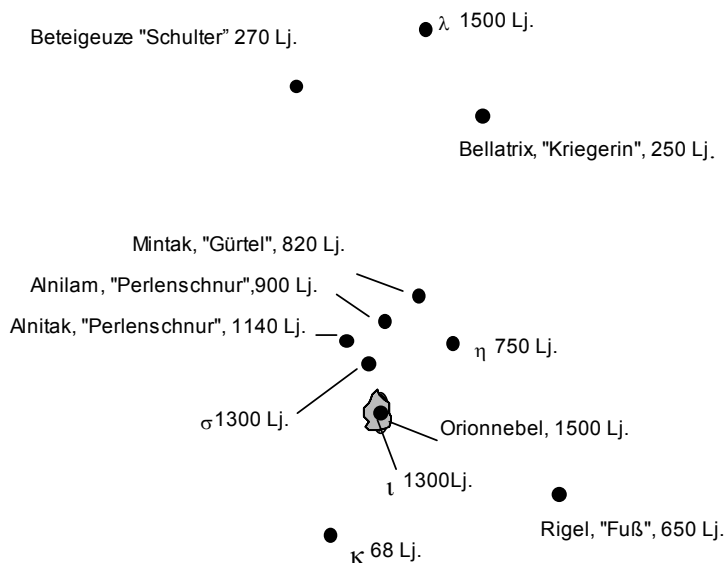
Um eine Raumvorstellung der Sterne zu bekommen, aus denen sich - aus unserer Perspektive ein Sternbild zusammensetzt - bauen wir uns eine Reihe "Sternangeln" in der Anzahl der beteiligten Sterne. An das Ende eines ca. 1 m langen Holzstabes wird mit einem Band ein "Stern" in Form einer Knetmassekugel (wir haben es auch einmal mit Lärchenzapfen ausprobiert!) aufgehängt. Am Ende des Klassenraums wird ein Ring auf einen Tisch montiert. Die Sternabstände (in Lichtjahren) werden auf Klassenraumgröße heruntergeteilt, z.B. 650 Lj. = 650 cm. Dieser Maßstab wird mit Kreide auf dem Fußboden aufgemalt.

Die Entfernungen der Sterne in Lichtjahren lassen sich in Astronomie-Lexika und Computerprogrammen (z.B. Redshift) nachschlagen. Oft findet man sie auch im Internet.

Es werden mehrere "Sternangler" bestimmt, α , β , γ , δ usw., die sich in entsprechendem Abstand vor dem Ring aufstellen. Wir schauen durch den Ring und "dirigieren" die "Sternangler" so lange nach links und rechts, oben und unten, bis das Sternbild im Ring erscheint.

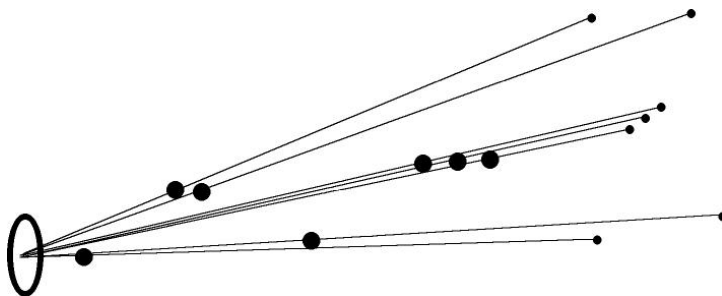
Anstelle des Rings ist auch ein Dia- oder ein Tageslichtprojektor denkbar. Auf der Leinwand am gegenüberliegenden Ende unserer Aufstellung erscheint dann das Sternbild.

Den Orion gibt es nur bei uns



Alternativ zum „Sternangler“ kann man auch so vorgehen:

- ☺ Projiziere das Sternbild mit Hilfe eines Overheadprojektors an eine Wand. Befestige einen Pappiring am OH-Projektor, durch den du das ganze Sternbild sehen kannst. Ziehe dünne Leinen zwischen dem Pappiring und den „Sternen“. Das am weitesten entfernte Objekt - hier der Orionnebel mit 1500 Lichtjahren Distanz zur Erde - gibt den Maßstab vor: Ist die Wand 6 m vom Pappiring entfernt, entspricht ein Lichtjahr $6000 \text{ mm} : 1500 \text{ Lj.} = 4 \text{ mm}$. Befestige Kugeln aus Knetmasse *) in entsprechendem Abstand vom Pappiring an den Leinen. Der Stern „Rigel“ muss dann $4 \text{ mm} \times 650 = 2600 \text{ mm} = 260 \text{ cm}$ entfernt sein. Von der Seite her gesehen wird deutlich, dass unsere Sternbilder nur aus der Erdperspektive so erscheinen.



*) Statt der Knetmassekugeln sind auch Holzkugeln zu empfehlen. Sie werden auf die Leinen aufgezogen und lassen sich leicht durch Hin- und herschieben in die gewünschte Distanz bringen.

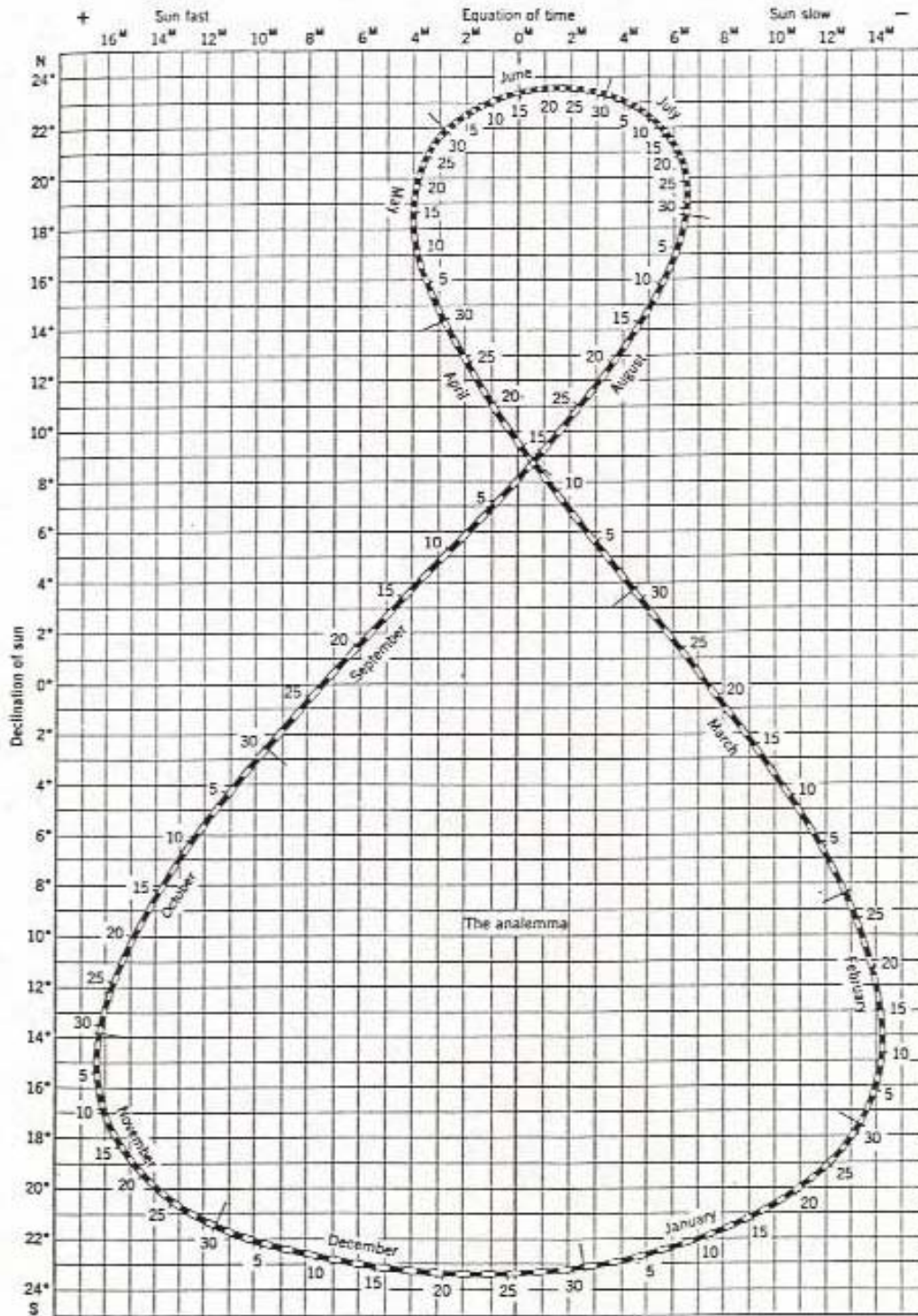
Als Projektvorschlag eignet sich der Bau eines dreidimensionalen Modells der näheren Milchstraßenumgebung. Die Grundlage ist kreisrunde Scheibe aus Sperrholz, in die unterschiedlich lange Stäbe eingefügt werden, an deren Spitzen die Sterne befestigt werden, die unserer Sonne am nächsten sind.

AH 19.40 Ein räumliches Modell der näheren Milchstraßenumgebung

Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover, November 2003

Anhang

Analemma der Sonne zur Ermittlung der aktuellen Zeitgleichung und Deklination



Sternenuhr (Nocturnal)

