

## **Arbeitsblatt „Wiederholung“, Vorbereitung Klassenarbeit**

### **Inhaltsverzeichnis:**

(Man kann den Links folgen, wenn man in Word auf die Zeilen des Inhaltsverzeichnisses oder die unterstrichen Links klickt, während die Steg-Taste gedrückt ist)

|   |    |
|---|----|
| Welches Wissen wird in der Klassenarbeit abgefragt? ..... | 1  |
| Sternbilder .....   | 2  |
| Wissen über die Himmelsmechanik .....                     | 3  |
| Wissen über Koordinaten .....                             | 4  |
| Wissen über Licht und elektromagnetische Strahlung .....  | 5  |
| Wissen über Entfernungen und Zeit .....                   | 9  |
| Wissen über die Erde, die Planeten .....                  | 10 |
| Wissen über Sterne und ihre Entwicklung .....             | 11 |
| Wissen über Teleskope.....                                | 12 |

Wo und wie finde ich weitere Informationen?

1. Suche im Internet
2. Schau bei [aa ZusammenfassungAstronomie.htm](#) nach, schau im Inhaltsverzeichnis oder suche mit ctrl/F, gehe von dort evtl. (mit einem Klick auf den Link während die Ctrl-Taste gedrückt ist) zu den entsprechenden Arbeitsblättern (AB\_\*.doc) oder zu den Präsentationen (Astro\_\*.ppt).

### **Welches Wissen wird in der Klassenarbeit abgefragt?**

Siehe [aa ZusammenfassungAstronomie.htm](#), im Folgenden wird auf das Inhaltsverzeichnis dieses Files verwiesen, d.h. auf

**Die wichtigsten Unterkapitel** von [aa ZusammenfassungAstronomie.htm](#), die man für die Noten Drei oder Zwei benötigt, sind die folgenden

- 8) Umgang mit der Sternkarte ([siehe](#))
- 14) Sternbilder ([siehe](#)).  
Die zu lernenden Sternbilder stehen [AB Sternbilder.doc](#) Kapitel 2.  
In [AB SterneErkennen1.doc](#) finden sich Beispiele
- 16) Bewegung der Sternbilder in einer Nacht ([AB EinTag.doc](#)) in FN und an anderen Orten, z.B. am Nordpol
- 22) Bewegung der Sonne und der Sterne in einem Jahr ([siehe](#))
- 25) Ekliptik ([siehe](#)), Bahn der Sonne
- 26) Web-Geo-Module zum Klima ([siehe](#))
- 30) Planetenschleifen, speziell die und Marsschleife ([siehe](#))
- 37) Umrechnung von Winkelmaßen, Schätzungen ([siehe](#))
- 37) Azimut, Höhe ([siehe](#))
- 39) Rotierende Äquator-Koordinaten: Rektaszension, Deklination ([siehe](#))
- 40) Sternzeit, wie liest man sie am Himmel? ([siehe](#))
- 42) Entfernungen, Planeten- und Stern-Modelle ([siehe](#))
- 45) Veranschaulichung des Alters des Universums ([siehe](#))
- 51) Elektromagnetische Strahlung, Umrechnungen f, Lambda, E, .... ([siehe](#))
- 52) Die Kapitel im Buch Licht und Materie. Einfache Aufgaben aus dem Buch ([siehe](#))
- 53) Energie der Sonne ([siehe](#))
- 59) Spektrum, Fraunhofersche Linien, Infos über Sterne ([siehe](#))
- 64) visuelle Helligkeit ([siehe](#))

## Sternbilder

Welche Sternbilder erkannt werden müssen, steht in [AB Sternbilder.doc](#) Abschnitt 2  
Aufgaben zum Erkennen von Sternbildern finden sich in [AB\\_SterneErkennen1.doc](#)

**Aufgabe 1)** Nenne vier Sternbilder der Ekliptik. Wie viele Sternbilder gehören zur Ekliptik?

**Lösungsvorschlag:**

Beispiele für Sternbilder sind: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische.

Es gibt 13 Sternbilder durch die die Ekliptik (die scheinbare Sonnenbahn am Himmelszelt) verläuft.

Zusatz: Allerdings gibt es nur 12 Sternzeichen, die in etwa den Grenzen der Sternbilder vor 2500 Jahren entsprechen. Inzwischen hat sich aufgrund der Präzession der Erdachse (sie dreht sich in 26 000 Jahren einmal um einen Öffnungswinkel von  $2 \cdot 23^\circ$ ). Sei bestimmt den Frühlingspunkt. Dieser wandert langsam aber sicher nach vorne, so dass der Frühlingspunkt nun nicht mehr im Sternbild Widder, sondern im Sternbild Fische, und demnächst im Sternbild Wassermann, dann im Steinbock.

**Aufgabe 2)** Im Januar steht die Sonne im Sternbild Steinbock. Wann kann man dann das Sternbild Steinbock am Himmel beobachten? Wann beobachtet man den Löwen? Wie heißt der hellste Stern des Löwen? Skizziere das Sternbild Löwen.

**Lösungsvorschlag:** Die Sonne steht im Januar / Februar (etwa ein Monat nach der Zeit, deren Sternzeichenname nach dem Sternbild benannt ist) im Sternbild Steinbock. Damit kann man es 6 Monate später, d.h. im August, am besten beobachten. Es steht dann um Mitternacht im Süden.

Die Sonne steht Ende August, Anfang September im Sternbild Löwe, es kulminiert deshalb im Februar etwa um Mitternacht.

**Aufgabe 3)** Helligkeit der Sterne: Was versteht man unter der visuellen Helligkeit der Sterne, erkläre sie kurz. Welche Einheit hat sie? Ein Stern ist 5 mag hell, ein anderer 2,3 mag. Welcher ist heller?

Was versteht man unter der absoluten Helligkeit  $M$ ? Die Umrechnung erfolgt mit der Formel  $M = m - 5 \cdot \lg r + 5$ . Bestimme damit die absolute Helligkeit, wenn der Stern die visuelle Helligkeit 2,5 mag hat und von der Erde 37 pc entfernt ist.

**Lösungsvorschlag:** Die scheinbare Helligkeit gibt an, wie hell ein Himmelskörper von der Erde aus erscheint. Die scheinbare Helligkeit wird als Zahl angegeben, diese trägt den Zusatz Magnitude (kurz „mag“, früher auch <sup>m</sup>), Größenklasse oder schlicht Größe. Je kleiner die Zahl, desto heller ist das Gestirn. Die Skala wurde von den Griechen eingeführt, von Hipparch. Ein Helligkeitsunterschied von 1:100 bedeutet einen Unterschied von fünf Größenklassen, d.h. von 5 mag. Ein Stern, der eine Helligkeitsstufe heller ist wie ein anderer, ist rund 2,5-mal so hell, [siehe](#).

Nebenbei: Menschen können mit dem bloßen Auge maximal Sterne bis zur Größenklasse 6 sehen. Mit Teleskopen kann man Sterne bis etwa zur Helligkeit 25 sehen (dies entspricht einer Kerzenflamme auf dem Mond). Venus hat maximal die Helligkeit -4,4, Die Sonne -26 mag. Sirius hat die Helligkeit -1,5, er ist der hellste Stern am Nachthimmel. Wega hat die Helligkeit 0 mag. Der Polarstern hat die Helligkeit 2 mag.

**Aufgabe 4)** Was versteht man unter der Bayer-Bezeichnung eines Sterns?

**Lösungsvorschlag:** Sie bestehend aus einem griechischem Buchstaben und der Sternbildabkürzung, z.B.:  $\epsilon$  Ori. siehe [AB Sternbilder.doc](#), Kapitel 3,

**Aufgabe 5)** Was ist der Hipparcos-Katalog?

**Lösungsvorschlag:** Um 1990 wurden mit dem Satelliten Hipparcos rund 100 000 Sterne auf 1

Millionstel Grad genau vermessen.

Nebenbei: In der gleichen Zeit bestimmte ein zweites Instrument von 1 Million Sternen die Positionen auf 1/100 000 Grad genau. Diese Sterne stehen im Tycho-Katalog.

**Aufgabe 6)** Es gibt 110 Messier-Objekte, die man auf alle Fälle mit einem Fernrohr oder einem einfachen Teleskop sehen kann. Was für Objekte sind dies?

**Lösungsvorschlag:** Es sind Galaxien, Nebeln und Sternhaufen,

Nebenbei: Der Katalog wurde im 1770 von dem Franzosen Charles Messier erstellt, der vor allem Kometen gesucht hat. 1801 hatte er 20 Kometen gefunden.

M1 ist der Krebsnebel, der Überrest einer Supernova, M31 ist der Andromedanebel, die große Galaxis in unserer Nachbarschaft (es gibt kleinere, die näher bei uns sind)

**Aufgabe 7)** Wie viele Sterne kann man mit dem bloßen Auge am Himmel erkennen?

**Lösungsvorschlag:** Wenn man davon ausgeht, dass Sterne mit einer scheinbaren Helligkeit bis zur Größenklasse 6,0 mag mit bloßem Auge gesehen werden können (was nur bei völliger Dunkelheit möglich ist), dann sind am gesamten Himmel rund 6.000 Sterne zu sehen. Von einem festen Standpunkt aus also rund 3.000.

Normalerweise man bei uns 250 bis 700 Sterne sehen, [siehe](#)

## **Wissen über die Himmelsmechanik**

**Aufgabe 8)** Was ist die Ekliptik? Beschreibe den Begriff kurz.

Nenne vier Sternbilder der Ekliptik. Was ist der Unterschied zwischen Sternzeichen und Sternbilder? Warum kommen sie nicht zur Deckung?

Wie viele Sternbilder, wie viele Sternzeichen gehören zur Ekliptik?

**Lösungsvorschlag:** Die Ekliptik am Himmel ist die scheinbare Bahn, die die Sonnen im Lauf eines Jahres zurücklegt. Sie ist gegen den Himmelsäquator um  $23,5^\circ$  geneigt (da die Polarachse um diesen Winkel gegen die Bahn der Erde um die Sonnen geneigt ist)

**Aufgabe 9)** Martin beobachtet, dass abends um 23:30 ein heller Stern hinter einer senkrechten Hauskante verschwindet. Wann wäre dieser Stern 3 Tage früher hinter der Hauswand verschwunden, wenn Martin an derselben Stelle gestanden hätte? Wann wird er in vier Tagen hinter der Hauswand verschwinden? Wie kannst Du dies erklären?

**Lösungsvorschlag:** Die Sterne stehen nach 23 h und 56 Minuten wieder an derselben Stelle. Sie sind also jeden Tag 4 Minuten früher dran. Drei Tage vorher waren sie damit  $3 \cdot 4 = 12$  Minuten später an der Hauswand, also um 23:18. In vier Tagen sind sie 16 Minuten früher an der Hauswand, also um 23:46.

**Aufgabe 10)** Wie heißen die Planeten der Sonne?

**Lösungsvorschlag:** Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun.

Außerdem gibt es zwischen Mars und Jupiter die Asteroiden, jenseits von Neptun den Kuiper-gürtel und weiter außerhalb die Oortsche Wolke.

**Aufgabe 11)** Skizziere eine Ellipse und zeichne die große und die kleine Halbachse ein. Was versteht man unter der Gärtnerkonstruktion? Welche Eigenschaft haben die Punkte der Ellipse?

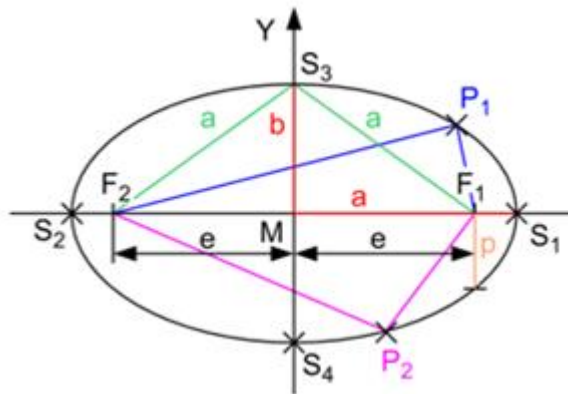
**Lösungsvorschlag:** Skizze [siehe](#) / Gärtnerkonstruktion [siehe](#)

Die Summe der Abstände von den beiden Brennpunkten ist stets gleich groß  $= 2a =$  doppelte große Halbachse.

**Aufgabe 12)** Skizziere eine Ellipse mit den beiden Brennpunkten. Zeichne das Dreieck aus den drei Größen große Halbachse  $a$ , kleine Halbachse  $b$  und Exzentrizität  $e$  ein. Welcher Zusammenhang gilt für diese drei Größen? Was ist die Numerische Exzentrizität?

Wie groß sind die Größen  $b$  und  $e$ , wenn  $a = 7$  und die numerische Exzentrizität  $\varepsilon = 0,8$  ist?

**Lösungsvorschlag:**



Es gilt  $\varepsilon = \frac{e}{a}$  und  $a^2 = b^2 + e^2$  (Pythagoras)

Wenn  $\varepsilon = 0,8$  ist, so ist 0. Damit liefert Pythagoras:  $b^2 = a^2 - e^2 = 7^2 - 5,6^2 = 17,64$  oder  $b = 4,2$

**Aufgabe 13)** Seit Newton, also seit etwa 1600, gehen die Menschen davon aus, dass die physikalischen Gesetze im Himmel und auf der Erde gleich sind. Was dachten die Menschen früher über die Bewegungen am Himmel und auf der Erde?

**Lösungsvorschlag:** Früher glaubten die Menschen, dass auf der Erde alles zur Ruhe komme, im Himmel sich ewig weiterbewegen würde. Die Erde ändert sich, der Himmel bleibt ewig gleich. Heute weiß man, dass die Bewegung auf der Erde aufgrund von Reibungsverlusten langsamer werden. Ebenso kennt man viele Änderungen am Himmel, z.B. explodierende Sterne, Zusammenstöße zwischen Galaxien, Produktion der schweren Elemente wie Kohlenstoff, Sauerstoff, Eisen aus Helium und Wasserstoff im Innern der Sterne und bei Sternexplosionen..

### Wissen über Koordinaten

**Aufgabe 14)** Ein genau im Westen stehender Stern hat einen Winkelabstand zum Zenit von  $23^\circ$ .  
Gib seine beiden Horizontkoordinaten an!

**Lösungsvorschlag:** Azimut  $90^\circ$ , Höhe  $= 90^\circ - 23^\circ = 67^\circ$

**Aufgabe 15)** Die Breite von Friedrichshafen ist ungefähr  $48^\circ$  Nord. Gib die Horizontkoordinaten des Polarsterns an. Begründe Deine Aussage (z.B. mit einer Skizze).

Wie hoch steht die Sonne im Frühjahr (21.3.), Sommer(21.6.), Herbst (21.9.) und Winter 21.12) jeweils zur Mittagszeit? Wie hoch steht die Sonne am Nordpol im Sommer, wie hoch am Südpol im Winter? Wann steht die Sonne so hoch? Ebenfalls nur zur Mittagszeit? Warum nicht?

**Lösungsvorschlag:** Polarstern in FN: Immer Azimut  $180^\circ$ , Höhe  $= 48^\circ$

Die Sonne steht im Frühlings- und Herbstbeginn am Kulminationspunkt in der Höhe  $90^\circ - 48^\circ = 42^\circ$  (die Ekliptik kreuzt den Himmelsäquator und für den Himmelsäquator gilt: Höhe im Süden  $= 90^\circ -$  Höhe des Polarsterns  $= 90^\circ -$  Breite des Beobachtungsortes).

Im Sommer steht die Sonne  $23,5^\circ$  höher als im Frühling, da die Ekliptik mit dem Himmelsäquator einen Winkel von  $23,5^\circ$  bildet, in FN also in der Höhe  $42^\circ + 23,5^\circ = 65,5^\circ$ . Im Winter gilt für die Höhe im Zenit:  $42^\circ - 23,5^\circ = 18,5^\circ$

**Aufgabe 16)** Gib die (rotierenden) Äquatorkoordinaten für die Sonne am 21.3. an!

**Lösungsvorschlag:** Die Sonne steht an diesem Tag im Frühlingspunkt. Er ist der Ursprung der Äquatorkoordinaten, hat also die Deklination  $0^\circ$  und die Rektaszension 0h. Er ist der

himmlische Längengrad und läuft von Süden nach Westen. Meist wird er in (Winkel-)Stunden angegeben. Die Deklination ist die himmlische Breite und geht von  $-90^\circ$  bis  $+90^\circ$ .

**Aufgabe 17)** Gib die (rotierenden) Äquatorkoordinaten für die Sonne am 21.12.13 an!

**Lösungsvorschlag:** An diesem Tag ist Winteranfang. Die Sonne steht dann am tiefsten Punkt ihrer Bahn und hat sie zu  $\frac{3}{4}$  beendet. Also ist die Rektaszension 18h und die Deklination  $-23^\circ$ .

**Aufgabe 18)** Eines Tages gehst Du abends gegen 18 Uhr nach Hause. Als die Wolken aufreißen siehst Du im Süden den Mond stehen. Welche Mondphase liegt vor?

**Lösungsvorschlag:** Wenn der Mond um 18 Uhr im Süden steht, so kann es nur Halbmond sein. Da die Sonne von uns aus rechts von ihm steht, ist die rechte Mondhälfte beleuchtet. Also ist ein zunehmender Mond (der Mond wandert jeden Tag etwas nach links, er ist wie die Planeten rechtläufig, nur schneller, jeden Tag etwa  $13^\circ$  ( $28 \cdot 13' = \text{Vollkreis}$ ))

**Aufgabe 19)** Die geographische Breite von Rom ist etwa  $41^\circ$  Nord (die von Mexiko City ist etwa  $19^\circ$ ). Wie hoch steht der Polarstern in Rom (in Mexiko City) am Himmel? Wo ist der Polarstern am Nordpol zu sehen, wo am Äquator?

**Lösungsvorschlag:** Höhe des Polarsterns = geographische Breite. In Rom hat der Polarstern also den Azimut  $180^\circ$  und die Höhe  $41^\circ$ . Am Äquator ist der Polarstern damit am Horizont, am Nordpol im Zenit.

**Aufgabe 20)** [2P] Ein genau im Westen stehender Stern hat einen Winkelabstand zum Zenit von  $17^\circ$ . Gib seine beiden Horizontkoordinaten an!

**Lösungsvorschlag:** Höhe =  $90^\circ - 17^\circ = 73^\circ$ , Azimut =  $90^\circ$

**Aufgabe 21)** [3P] Eines Abends beobachtet ein Reisender, dass der Polarstern  $40^\circ$  über dem Horizont ist. In welcher der drei Städte befindet er sich dann: Wien, Neapel, Hamburg? Weshalb vermutest Du dies? Wo steht der Polarstern direkt am Horizont?

**Lösungsvorschlag:** Die Breite von FN ist  $48^\circ$ , also kommt nur Neapel in Frage. Die Breite von HH ist größer, die von Wien etwa gleich wie die von FN.

**Aufgabe 22)** Winkelweiten können durch Grad und Bogenstunden angegeben werden.

Wie viel Grad sind 2h 15min? Wie viele (Stunden-) Minuten sind  $0,7^\circ$ ? Wie viele Bogenminuten sind  $0,1^\circ$ ? Wie viele Grad sind 30 Bogensekunden?

Wie viele Grad bleibt die Sonne jeden Tag im Vergleich zu den Sternen zurück?

**Lösungsvorschlag:**  $24 \text{ h} = 360^\circ$  oder  $1 \text{ h} = 15^\circ$  oder  $1^\circ = 4 \text{ min}$ .

$1^\circ = 60' = 3600''$ .  $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ sec}$ .

Also:  $2 \text{ h } 15 \text{ min} = 2,25 \text{ h} = 2,25 \cdot 15^\circ = 33,75^\circ$

$0,7^\circ = 0,7 \cdot 4 \text{ min} = 2,8 \text{ min}$ .

$0,1^\circ = 6'$  und  $30'' = 1/120^\circ$

## **Wissen über Licht und elektromagnetische Strahlung**

**Aufgabe 23)** Beschreiben Sie den Aufbau eines Atoms. Wie groß ist es, wie groß ist der Kern im Verhältnis zum Atom?

**Lösungsvorschlag:** Die Größe ist  $0,1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$ . Der Kern ist 10 000 mal kleiner.

**Aufgabe 24)** Heizen Sie einen Stein bis zum Glühen auf, so ist ein Spektrum

1. Ein thermisches Spektrum?
2. Ein Absorptionslinienspektrum?
3. Ein Emissionslinienspektrum?

**Lösungsvorschlag:** a ist richtig. Ein Absorptionsspektrum erhalten wir dann, wenn das Licht nach dem Abstrahlen noch durch ein Gas geht (z.B.: die Sonnenatmosphäre. Ein Emissionsspektrum ist ein Spektrum das Gasatome aussenden, durch die beschleunigte Elektronen wandern

**Aufgabe 25)** Licht ist eine elektromagnetische Welle. Erkläre (evtl. mit einer Skizze) die Begriffe Wellenlänge  $\lambda$ , Frequenz  $f$  und Lichtgeschwindigkeit  $c$ . Wie hängen die drei Größen zusammen? Wie groß ist die Lichtgeschwindigkeit?

**Lösungsvorschlag:** Die Wellenlänge ist der kleinste Abstand zweier Punkte gleicher Phase, der Abstand zweier Punkte, an der sich die elektrischen magnetischen Felder gleich ändern. Die Frequenz gibt an, wie oft sich an einer Stelle dieselbe Phase wiederholt, sie ist der Kehrwert der Schwingungsdauer, der Zeit, die vergeht, bis sich das elektrische und das magnetische Feld wieder gleich ändern. Die Lichtgeschwindigkeit gibt an, wie weit sich eine elektromagnetische Schwingung innerhalb einer Sekunde im Raum ausbreitet. Sie beträgt im Vakuum für alle Frequenzen ziemlich genau 300 000 km/s

Es gilt  $\lambda \cdot f = c$

**Aufgabe 26)** Welche Wellenlänge hat ein Radiosender, der bei 1120 kHz sendet? Mit welcher Frequenz schwingt eine Welle der Wellenlänge 21 cm?

**Lösungsvorschlag:** Mit  $\lambda \cdot f = c$  folgt  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,12 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{s}}} = \frac{3}{1,12} \cdot 10^2 \text{m} = 268 \text{m}$

Mit  $\lambda \cdot f = c$  folgt  $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,21 \text{m}} = \frac{3}{0,21} \cdot 10^8 \frac{1}{\text{s}} = 14,3 \cdot 10^8 \text{Hz} = 1,43 \text{GHz}$

Bemerkung: Den Radiowellen aus dem Weltraum widmet sich die Radioastronomie. Bekannt ist z. B. die Strahlung des freien Wasserstoffs in der Milchstraße bei einer Wellenlänge von 21 cm.

**Aufgabe 27)** Berechne die Frequenz des orangen Lichts der Wellenlänge 620 nm? Welche Wellenlänge hat eine Mikrowelle von 12,45 GHz?

**Lösungsvorschlag:**

Mit  $\lambda \cdot f = c$  folgt  $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{620 \cdot 10^{-9} \text{m}} = \frac{3}{620} \cdot 10^{17} \frac{1}{\text{s}} = 4,84 \cdot 10^{14} \text{Hz} = 484 \text{THz}$

Mit  $\lambda \cdot f = c$  folgt  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{12,45 \cdot 10^9 \frac{1}{\text{s}}} = \frac{3}{12,45} \cdot 10^{-1} \text{m} = 2,4 \text{cm}$

**Aufgabe 28)** Eine Spektrallinie, die im Labor eine die Wellenlänge 321 nm aufweist, tritt im Spektrum eines Sterns bei 328 nm auf. Wir bezeichnen das Spektrum des Objekts als

- Rotverschoben
- Blauverschoben
- verzerrt

**Lösungsvorschlag:** Sie ist rotverschoben, da die Wellenlänge größer wird (rotes Licht hat eine größere Wellenlänge als blaues Licht). Der Sender entfernt sich vom Empfänger.

**Aufgabe 29)** Wieso wissen wir, dass sich weit entfernte Galaxien von uns immer weiter entfernen? Woher wissen wir, dass sich der Andromedanebel unserer Milchstraße nähert?

**Lösungsvorschlag:** Das Licht von weit entfernten Galaxien ist rotverschoben, Es gilt sogar, dass die Rotverschiebung zunimmt, wenn die Galaxien weiter von uns entfernt werden. Das kann man damit erklären, dass sich die Galaxien umso schneller von uns entfernen, je weiter

sie von uns weg sind. Das lässt sich damit erklären, dass sich der Raum „aufbläst“, vergrößert. Das Licht, das von der Andromedagalaxis kommt, ist blauverschoben.

**Aufgabe 30)** Was versteht man unter Fraunhoferschen Linien?

**Lösungsvorschlag:** Wenn man das Licht eines Sterns durch ein Gitter schickt (oder durch ein Prisma), so stellt man fest, dass im Spektrum schwarze Linien sind. Dies kommen davon, dass das vom Stern emittierte thermische Spektrum durch die Sonnenatmosphäre geht und die Elemente dieser Atmosphäre charakteristische Frequenzen absorbieren. Da jedes chemische Element typische Linien erzeugt, eine ganze Gruppe, nicht nur eine, kann man die Linien-gruppen einzelnen Elementen zuordnen. Es werden die Photonen absorbiert, deren Energie gerade ein Elektron auf eine höhere Schale anheben kann.

Die Rotverschiebung erkennt man auch an diesen Linien, alle Elementgruppen müssen um denselben Anteil verschoben sein.

**Aufgabe 31)** Nehmen wir an, die Oberfläche der Sonne wäre doppelt so heiß, also 12 000 K heiß, statt 6000 K. Wie viel mehr Wärme würde die Sonne dann pro Sekunde abstrahlen?

**Lösungsvorschlag:** Es gilt das T hoch 4 Gesetz: d.h. wenn sich die Temperatur (in K) verdoppelt, so strahlt der Körper  $2^4=16$  mal so viel Energie ab. Die Sonne würde also 16 mal so viel abstrahlen, die Solarkonstante ist dann  $16 \cdot 1370 \text{ W/m}^2 = 21920$

**Aufgabe 32)** Erkläre, wie man die chemische Zusammensetzung eines Sterns bestimmen kann.

**Lösungsvorschlag:** Man bestimmt vom Sternenlicht ein Spektrum und schaut welche Fraunhoferschen Linien darin vorkommen, wie intensiv sie sind. Damit weiß man, welche Elemente in der Sternatmosphäre vorkommen, und in welchem Prozentsatz.

**Aufgabe 33)** Wie groß ist die Solarkonstante (in  $\text{W/m}^2$ )?

**Lösungsvorschlag:** Sie beträgt  $1367 \text{ W/m}^2$

**Aufgabe 34)** Welches sind die drei Grundarten von Spektren?

**Lösungsvorschlag:** siehe Bennet S. 225

**Kontinuierliches Spektrum:** Die Intensität des Spektrums ändert sich nur langsam. Es wird in allen Wellenlängen die nahe beieinander sind ungefähr dieselbe Intensität abgestrahlt. – Die globale Verteilung über weite Bereich hängt aber von der Temperatur ab.

**Emissionslinienspektrum:** Eine warme Gaswolke sendet nur bei bestimmten Wellenlängen (oder Frequenzen) elektromagnetische Strahlung aus (so wie ein Gaslampe)

**Absorptionslinienspektrum:** Durchquert Licht einer heißen Quelle eine kühlere Gaswolke, so absorbiert die Gaswolke das Licht bestimmter Wellenlängen. Wir erhalten Fraunhofersche Linien.

**Aufgabe 35)** Erläutere ausführlich, wie wir durch Untersuchung des Spektrums die folgenden Eigenschaften eines Objekts bestimmen können.

- Die chemische Zusammensetzung der Objekt Oberfläche
- Die Oberflächentemperatur
- Die Geschwindigkeit, mit der sich das Objekt von uns weg oder auf uns zu bewegt.
- Die Rotationsgeschwindigkeit des Objekts.

**Lösungsvorschlag:**

zu a) Reflektiert die Oberfläche kein Licht, so erhalten wir ein Emissionslinienspektrum (und ein thermisches Spektrum, allerdings ist bei kalten Körpern das thermische Spektrum nur bei niederen Frequenzen vorhanden.) Die Elektronen werden durch Stöße auf eine höhere Schale angehoben und springen kurz danach unter Abgabe einer bestimmten Energiemenge, d.h. einer bestimmten elektromagnetischen Strahlung wieder zurück.

zu b) Die Oberflächentemperatur bestimmt die globale Verteilung des Spektrums. T hoch

4 Gesetz. Wärmestrahlung.

zu c) Jeder Körper sendet ein thermisches Spektrum aus. Aus dem thermische Spektrum kann man die Temperatur entnehmen. Genauer: Man kann die Temperatur mit Hilfe der Lage des Maximum der thermischen Strahlung bestimmen.

Die Linien im Spektrum (Emission und Absorption sind aufgrund des Dopplereffekts verschoben. Entfernt sich der Körper sind die Linien zum roten, zum kälteren Bereich hin verschoben. Nähert er sich, sind sie zum blauen, zum wärmeren Bereich hin verschoben.

zu d) Wenn der Körper rotiert, bewegen sich Teile des Körpers auf uns zu, andere wieder weg. Die Linien sind dann verbreitert.

**Aufgabe 36)** Was kann man mit der Solarkonstante berechnen?

**Lösungsvorschlag:** Damit kann man berechnen, wie viele Energie die Sonne in jeder Sekunde in den Weltraum abstrahlt (Solarkonstante mal Oberfläche einer Kugel mit dem Radius 150 Millionen km).

Damit kann man auch den Massenverlust der Sonne pro Sekunde bestimmen ( $P=3,8 \cdot 10^{23}$  kW). Laut Einsteins berühmter Formel  $E=m \cdot c^2$  entspricht der abgestrahlte Energie etwa die Masse von 4 Millionen Tonnen pro Sekunde (damit hat sie innerhalb von 4,5 Milliarden Jahren rund 90 Erdmassen verloren, Massenverlust der Sonne:

$$4 \cdot 10^9 \text{ kg} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365,25 \cdot 4,5 \cdot 10^9 = 5,6 \cdot 10^{26} \text{ ).}$$

**Aufgabe 37)** Die Solarkonstante ist  $1367 \text{ W/m}^2$ , Die Entfernung der Erde von der Sonne ist 150 Millionen km. Berechne damit die Leistung, die die Sonne abstrahlt, d.h. die Energiemenge, die die Sonne pro Sekunde mit der elektromagnetischen Strahlung an den Weltraum abgibt.

Berechne mit der Formel  $E = m \cdot c^2$  den Massenverlust der Sonne in jeder Sekunde.

**Lösungsvorschlag:**

Der Radius der Kugel ist 150 Millionen km, also ist  $r = 1,5 \cdot 10^2 \cdot 10^6 \cdot 10^3 \text{ m} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Die Oberfläche einer Kugel mit diesem Radius ist

$$A = 4\pi \cdot r^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2 \text{ m}^2 = 12,56 \cdot 2,25 \cdot 10^{22} \text{ m}^2 = 2,83 \cdot 10^{23} \text{ m}^2$$

Da die Leistung, die auf jeden  $\text{m}^2$  trifft,  $1367 \text{ W}$  ist, ist die Leistung der Sonne

$$P = 2,83 \cdot 10^{23} \text{ m}^2 \cdot 1370 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 3,88 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Die Energie wird auf der Sonne damit erzeugt, das H in He umgewandelt, wobei ein kleiner Massenverlust von 0,6% auftritt. Dieser Massenverlust ist mit  $E = m \cdot c^2$  aus der abgestrahlten

$$\text{Energie berechenbar. } m = \frac{E}{c^2} = \frac{3,88 \cdot 10^{26} \text{ W}}{\left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = \frac{3,88 \cdot 10^{26} \text{ J s}^2}{9 \cdot 10^{16} \text{ s m}^2} = 0,43 \cdot 10^{10} \text{ kg} = 4,3 \cdot 10^6 \text{ t}$$

**Aufgabe 38)** Die Sonne wandelt seit 4,5 Milliarden Jahren jede Sekunde etwa 4 Millionen t Masse in elektromagnetische Energie um und strahlt sie in den Weltraum ab. Wie viele Masse hat sie damit in ihrem Leben bereits abgegeben? Wie vielen Erdmassen ( $6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ) entspricht dies?

**Lösungsvorschlag:** Die in 4,5 Milliarden abgestrahlte Energie ist:

$$4 \cdot 10^9 \text{ kg} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365,25 \cdot 4,5 \cdot 10^9 = 5,6 \cdot 10^{26} \text{ kg} \text{ . Das sind } \text{kg} \frac{5,6 \cdot 10^{26} \text{ kg}}{6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}} = 0,9 \cdot 100 \text{ Erden.}$$

Bemerkung: Damit hat die Sonne rund 90 Erdmassen abgestrahlt. Dies ist relativ gesehen aber nicht sehr viel, da die Sonne 330 000 Erdmassen enthält.



## **Wissen über Entfernungen und Zeit**

**Aufgabe 39)** Wie groß ist die Lichtgeschwindigkeit? Was ist ein Lichtjahr? Berechne die Strecke 1 Lj. in km.

**Lösungsvorschlag:** Die Lichtgeschwindigkeit beträgt 300 000 km/s

**Aufgabe 40)** Wie groß ist die astronomische Einheit? Warum hat sie diesen Wert?

**Lösungsvorschlag:** 1AE = 1 AU = 150 Millionen km = Abstand Erde-Sonne.

**Aufgabe 41)** Wie weit ist es bis zum Zentrum der Milchstraße? Wie groß ist die Milchstraße?

**Lösungsvorschlag:** Bis zum Zentrum der Milchstraße sind es 28 000 Lj. Die Milchstraße ist eine Scheibe der Größe 110 000 Lj. und der Dicke 9 000 Lj.

**Aufgabe 42)** Was ist ein Parsec?

**Lösungsvorschlag:** 1 Parsec (Parallaxensekunde) entspricht der Entfernung, in der ein Stern eine Parallaxe von einer Bogensekunde aufweist oder andersherum von der aus gesehen der Abstand Erde - Sonne unter einem Winkel von einer Bogensekunde erscheint.

1 Parsec = 3,26 Lj.

**Aufgabe 43)** Wir stellen uns vor, wir könnten die Sonne auf eine Kugel von knapp 1,5 m verkleinern. Wie weit weg wäre dann die Erde von ihr, wie groß wäre sie? Wie groß wäre Jupiter, wie weit weg wäre er? Wo wäre der nächste Stern?

**Lösungsvorschlag:** Die Erde wäre eine Kirche von 1,2 cm Durchmesser in einer Entfernung von 150m. Jupiter wäre eine Orange in 800 m Entfernung. Jupiter, Pluto wäre 6 km entfernt, der nächste Stern aber 40 000 km!

**Aufgabe 44)** Wenn wir die Sonne auf ein Sandkorn von 1,5 mm verkleinern, wo wäre dann der nächste Stern? Wie groß, wie dick wäre die Milchstraße? Wie weit weg wäre der Andromedanebel?

**Lösungsvorschlag:** Der nächste Stern wäre 40 km von der Sonne entfernt. Das Licht würde in 1 Jahr nur 9,5 km zurücklegen (1,1 km/h) Die Milchstraße wäre rund 1 000 000 km groß. Der Andromedanebel wäre 25 Millionen km entfernt.

**Aufgabe 45)** Wie alt ist das Weltall nach heutiger Meinung? Wenn wir diese Zeit in ein Jahr pressen, wann wäre dann die Erde entstanden? Wann hätte sich auf der Erde Leben gebildet? Wann hätten die Saurier gelebt? Wann hätten die Menschen die Schrift erfunden (Wirklichkeit: vor 6000 Jahren), wann hätte Galilei mit seinem Fernrohr in den Himmel geschaut (das war im Jahr 1610)?

**Lösungsvorschlag:** Das Weltall ist wohl 13,7 Milliarden Jahre alt. Alle Materie, die wir heute sehen, war vor dieser Zeit an derselben Stelle. (Nebenbei: Die Größe des Weltalls berechnet sich damit zu mindestens 40 bis 80 Milliarden Lichtjahren, es kann aber auch viel größer sein.)

Die Sonne ist Ende August (28.8.) entstanden

Anfang Oktober (7.10) sind die ersten Einzeller, entstanden, die Vielzeller allerdings erst Mitte Dezember (16.12)

Die Saurier (und die Säugetiere) entstanden am 1. Weihnachtsfeiertag (25.12.)

Die Alpen bildeten sich am 28.12.

Die ersten Menschen tauchten am 31.12. abends gegen 18 Uhr auf.

Der Homo sapiens (der sogenannte moderne Mensch, der vor 130 000 auftrat) entstand 5 Minuten vor Mitternacht.

Christi Geburt war 5 Sekunden (!) vor Mitternacht

Galilei schaute 1 Sekunde vor Mitternacht in den Himmel – so lange gibt es die moderne Astronomie schon.

## Wissen über die Erde, die Planeten

**Aufgabe 46)** Ein Satellit bewegt sich in 90 min einmal um die Erde. Er ist 800 km über der Erdoberfläche, der Erdradius ist 6370 km. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Satelliten?

**Lösungsvorschlag:**

$$\text{Bahnlänge des Satelliten } s = 2\pi(r+h) = 6,28 \cdot (6370 + 800) \text{ km} = 45000 \text{ km.}$$

$$\text{Geschwindigkeit } v = \frac{s}{t} = \frac{45000 \text{ km}}{90 \cdot 60 \text{ s}} = 8,3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

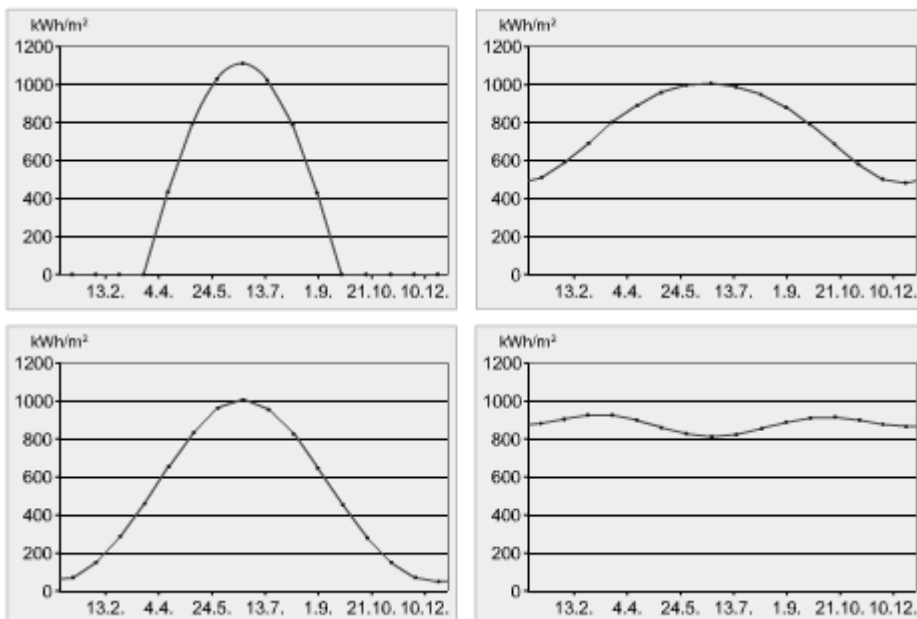
**Aufgabe 47)** Wie lange benötigt ein Fugzeug mit der Reisegeschwindigkeit von 900 km/h für einen Flug um die Erde, wenn wir Zwischenlandungen nicht berücksichtigen?

Wie lange benötigt es bis zur Sonne?

**Lösungsvorschlag:** Zeit für eine Erdumrundung  $t = \frac{s}{v} = \frac{40000 \text{ km}}{900 \text{ km/s}} = 44,5 \text{ h}$

Zeit bis zur Sonne:  $t = \frac{s}{v} = \frac{150 \cdot 10^6 \text{ km}}{900 \text{ km/s}} = 167000 \text{ h} = 7000 \text{ d} = 19 \text{ Jahre}$

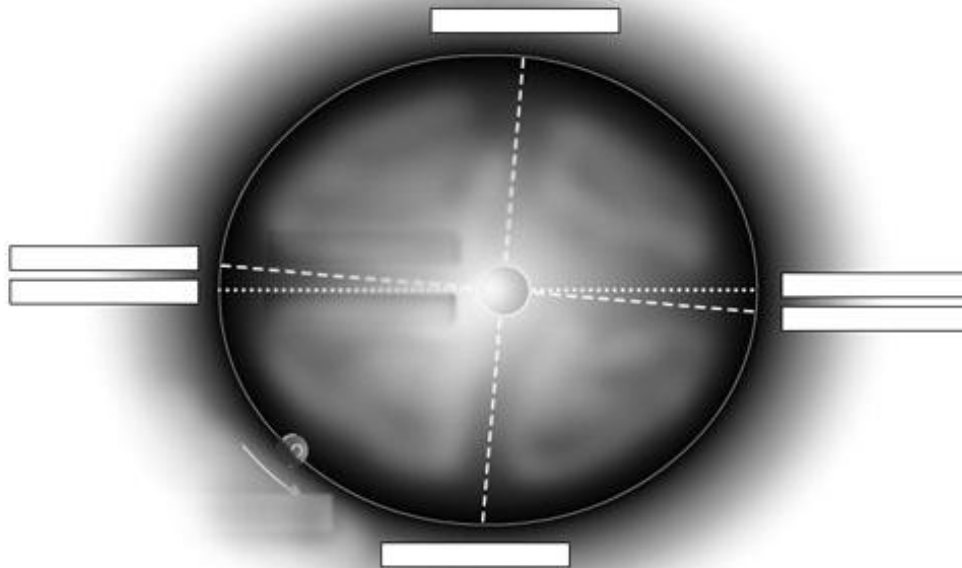
**Aufgabe 48)** Unten findest Du die jahreszeitlichen Verläufe der Tagessummen der solaren Einstrahlung in den vier Breiten: Nordpol, Äquator, 30° und 60° nördliche Breite. Ordne den Graphen die Lage zu.



**Lösungsvorschlag:** links oben: Nordpol, rechts oben: 30° nördlicher Breite, links unten: 60° nördlicher Breite, rechts unten: Äquator.

**Aufgabe 49)** Die Skizze unten zeigt die Bewegung der Erde um die Sonne. Beschrifte sie: Wann steht die Sonne der Erde am nächsten, im Sommer oder im Winter?

**Lösungsvorschlag:**



**Lösungsvorschlag:** Beginnend von links oben entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn: Winter-solstitium, Perihel (sonnennächster Punkt), Frühlingäquinoktium, Sommersolstitium, Aphel (sonnenfernster Punkt), Herbstäquinoktium

**Aufgabe 50)** Wie heißen die Planeten der Sonne?

**Lösungsvorschlag:** Merkur, Venus, Erde Mars, (Asteroiden), Jupiter, Saturn, Uranus, Nep-tun, (Pluto, besser Kuipergürtel) (Oortsche Wolke)

„Mein Vater erklärt mir jeden Sonntag unseren Nachthimmel“

„Mein Vater erklärt mir an jedem Sonntag unsere natürliche kosmische Ordnung.“

**Aufgabe 51)** Erkläre kurz die Begriffe Zenit, Nadir und Meridian. Wo findet die Kulmination eines Sterns statt?

**Lösungsvorschlag:** Zenit: Direkt über dem Kopf, Nadir: direkt unter den Füßen, Meridian: Linie von Norden über den Zenit nach Süden

Ein Stern kulminiert, wenn seine Bahn den Meridian kreuzt.

## **Wissen über Sterne und ihre Entwicklung**

Siehe die Videos Sternstunden, Fragen und Lösungen

**Aufgabe 52)** Wie erzeugt die Sonne ihre Energie, wie heiß ist es im Sonnenkern?

**Lösungsvorschlag:** Die Sonne wandelt H in He um (Kernfusion). Die dazu nötige Tempera-tur ist 10 bis 15 Millionen Grad.

**Aufgabe 53)** Wie kann man in den Sternen Gold und andere Elemente nachweisen?

**Lösungsvorschlag:** mit Hilfe der Spektralzerlegung des Lichts, Licht wird durch ein Prisma oder ein Gitter geschickt, so dass man ein farbiges Spektrum bekommt. Darin findet man schwarze Linien, die Fraunhoferschen Linien, mit denen man die Elemente in der Sonnenat-mosphäre nachweisen kann.

**Aufgabe 54)** Wie unterscheiden sich alte und neue Sterne?

**Lösungsvorschlag:** Die alten Sterne haben fast nur H und He, die jungen Sterne auch andere Elemente. Umso jünger die Sterne sind, umso mehr schwere Elemente kommen vor. D.h. die schweren Elemente sind erst im Lauf der Zeit im Weltall entstanden. Sie entstehen in den Sternen und werden bei deren Explosionen in das Weltall abgegeben (z.B. Krebsnebel, der

Überrest einer rund 1000 Jahre alten Sternexplosion). Aus diesen Atomen entstehen dann wieder neue Sterne.

**Aufgabe 55)** Beteigeuze im Sternbild Orion ist ein großer Stern. Wie viel mal größer ist er als unsere Sonne?

**Lösungsvorschlag:** Sein Durchmesser ist etwa 500 bis 1000 mal so groß

**Aufgabe 56)** Was befindet sich im Zentrum unsere Milchstraße

**Lösungsvorschlag:** ein schwarzes Loch, das die Masse von 5 Millionen Sonnen enthält (unsere Sonne enthält die Masse von 1/3 Million Erden).

**Aufgabe 57)** Was sind Neutronensterne

**Lösungsvorschlag:** Sterne deren Gravitationskräfte so groß sind, dass die Elektronen in den Kern gedrückt werden. Der Durchmesser eines solchen Sterns schrumpft dann auf etwa 20 Kilometer, wobei sie rund 2 Sonnenmassen an Materie haben. Der Atomkern ist 1/10000 des Atomdurchmessers. Im Neutronenstern berühren sich die Atomkerne. Die Protonen und die Elektronen werden zu Neutronen. Die Dichte ist rund 1 Milliarde mal so groß wie die von Elementen auf der Erde.

**Aufgabe 58)** Wie viele Galaxien gibt es im Weltraum? Wie viele Sterne enthalten die Galaxien?

**Lösungsvorschlag:** Es gibt einige hundert Milliarden Galaxien mit jeweils einigen hundert Milliarden Sonnen.

**Aufgabe 59)** Warum senden schwarze Löcher kein Licht aus? Warum kann man sie dann trotzdem entdecken.

**Lösungsvorschlag:** Etwas vereinfacht: Die Gravitationskraft ist so groß, dass das Licht wie ein hochgeworfener Stein zurückfällt.

Materie, die in das Loch fällt sendet Röntgenstrahlung und andere elektromagnetische Wellen aus.

**Aufgabe 60)** Wie heißt das Teleskop im Weltraum, das viele sehr wichtige Fotos vom Weltraum gemacht hat?

**Lösungsvorschlag:** Hubble Teleskop: (Ein Teil davon, das FOC wurde in FN entwickelt)

**Aufgabe 61)** Was ist die wichtigste Lebensquelle

**Lösungsvorschlag:** Wasser

**Aufgabe 62)** Planeten kann man entdecken, wenn ... (Nenne zwei Gründe)

**Lösungsvorschlag:** a) Ein Stern leicht eiert b) ein Stern regelmäßig ein klein wenig dunkler wird, weil ein großer Planet vor ihm steht und Licht schluckt.

**Aufgabe 63)** Welche positive Rolle spielt Jupiter in unserem Sonnensystem für die Erde?

**Lösungsvorschlag:** Er zieht die großen Gesteinsbrocken an, so dass sie nur sehr selten auf die Erde fallen und große Katastrophen ausüben.

**Aufgabe 64)** Wie groß ist der Spiegel des derzeit größten Teleskops? Wo steht es?

**Lösungsvorschlag:** Das japanische Subaru-Teleskop hat einen Siegeldurchmesser von gut 8 m (8,2 m). Es steht in Hawaii auf dem Mauna Kea.

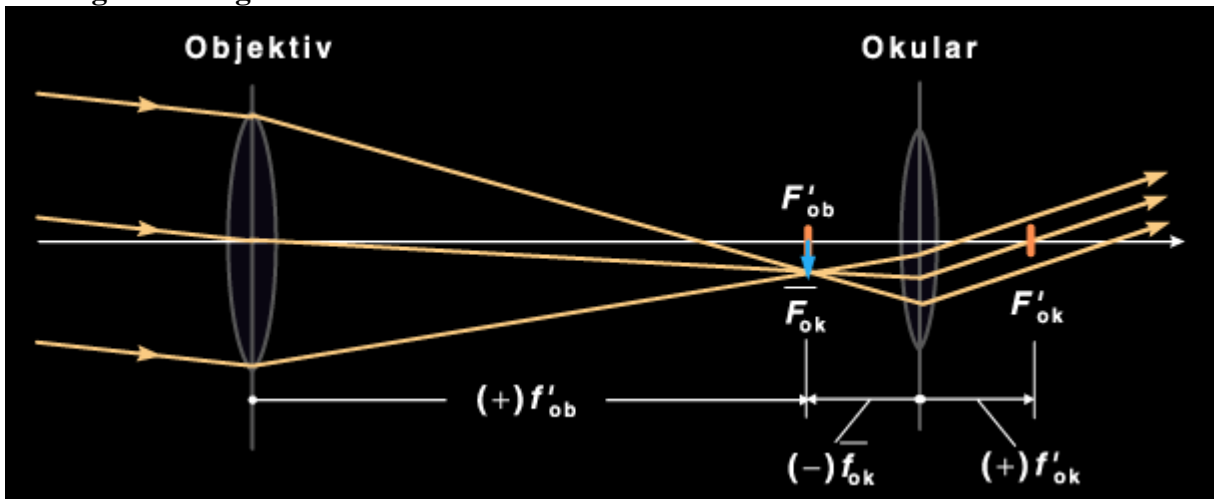
**Aufgabe 65)** Wie viele Planeten sind bekannt, auf denen Leben existiert.

**Lösungsvorschlag:** Einer, die Erde.

## **Wissen über Teleskope**

**Aufgabe 66)** Zeichne den Strahlengang in einem Keplerteleskop, wenn das Licht nicht parallel zur optischen Achse einfällt.

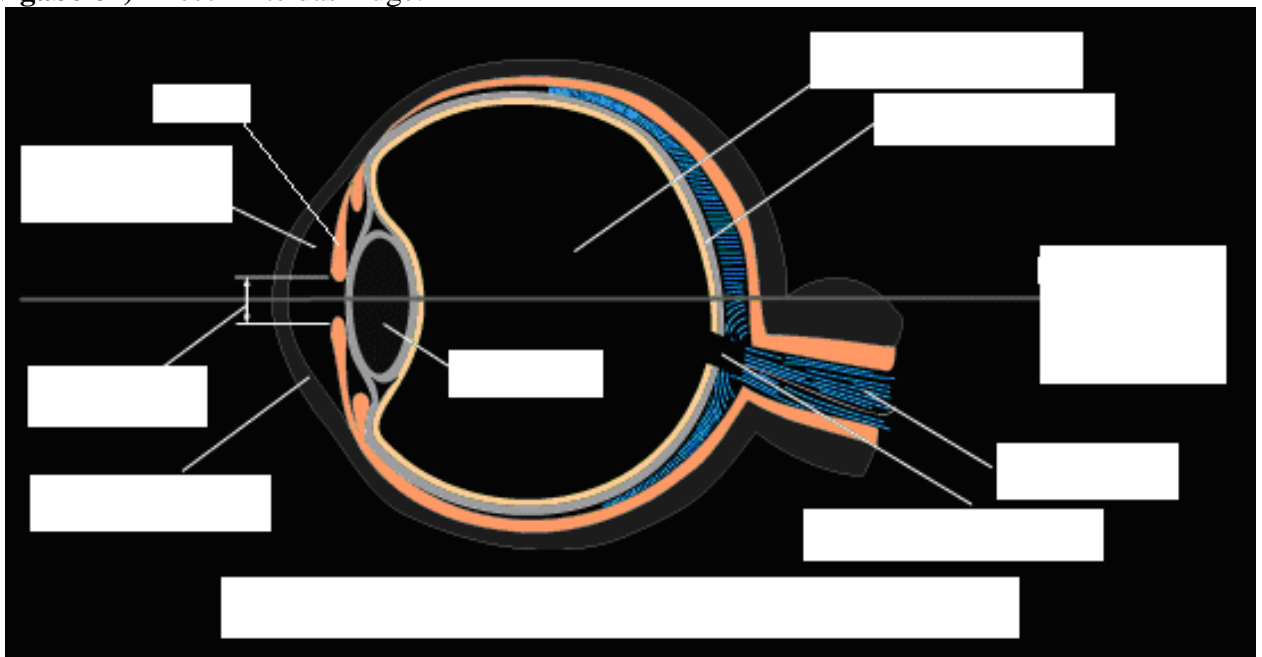
**Lösungsvorschlag:**



Wenn man mit einem der besten Teleskope auf den Mond schaut, welche Objekte könnte man dann noch sehen? Wie groß ist die Winkelauflösung?

**Lösungsvorschlag:** Man würde zwei Laster von je etwa 4 m Länge getrennt wahrnehmen. Die Winkelauflösung ist etwa 2 Millibogensekunden, das heißt der 1 800 000-te Teil des Monddurchmessers von  $\frac{1}{2}^\circ$

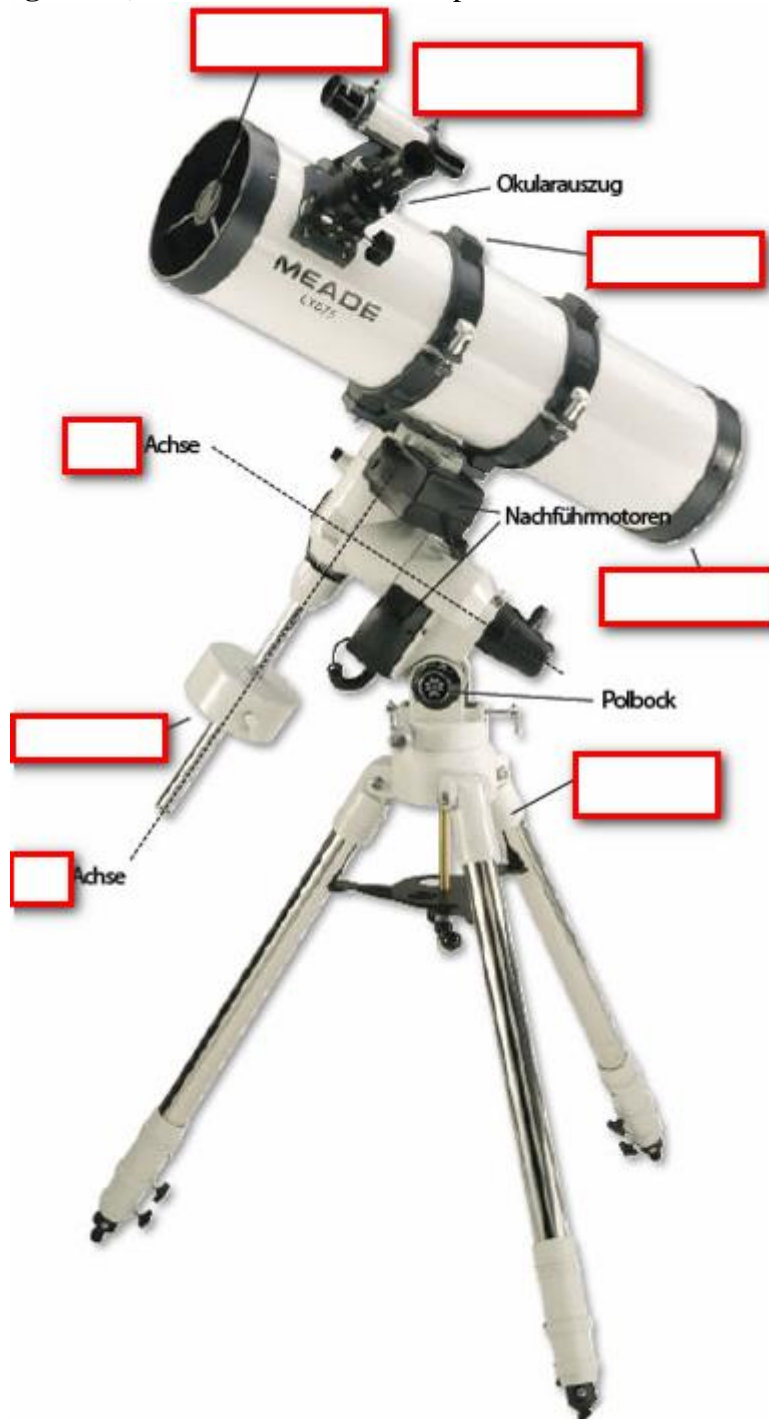
**Aufgabe 67)** Beschrifte das Auge:



**Lösungsvorschlag:**

siehe [zus\\_Teleskopfuhrerschein.htm](http://zus_Teleskopfuhrerschein.htm)

**Aufgabe 68)** Beschrifte das Teleskop



**Lösungsvorschlag:**

siehe [zus. Teleskopfuehrerschein.htm](http://zus.Teleskopfuehrerschein.htm)

**Aufgabe 69)** Zeichne den Strahlengang in einem Keplerteleskop und in einem Spiegelteleskop, wenn das Licht parallel zur optischen Achse einfällt

**Lösungsvorschlag:**

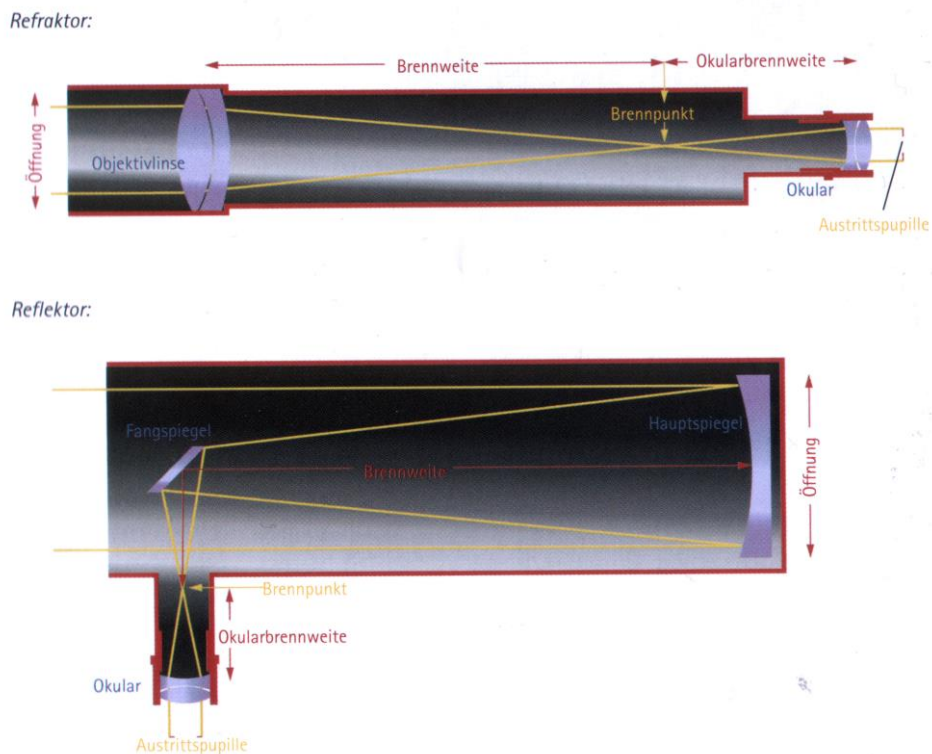
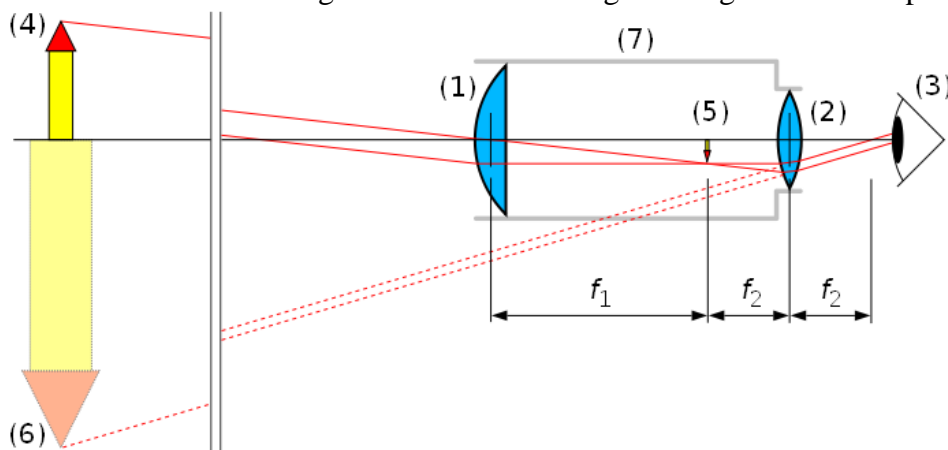


Abb. 2-1: Grundgrößen eines astronomischen Fernrohrs (schematisch).

**Aufgabe 70)**

Erkläre mit Hilfe des folgenden Bildes die Vergrößerung eines Teleskops



**Lösungsvorschlag:** In der oberen Hälfte ist der Weg der Lichtstrahlen eingezeichnet. In der unteren Hälfte ist der Weg, den das Auge und das Gehirn annimmt, eingezeichnet. Ausführliche Erklärung siehe [HB Teleskopfuhrerschein.htm# 3.1 Strahlengang](#)

**Aufgabe 71)** Wenn man mit einem der besten Teleskope von FN auf den Säntis schaut, so könnte man welche Dinge an einem Menschen auf dem Säntis erkennen?

**Lösungsvorschlag:** Man könnte seine Pickel sehen.

**Aufgabe 72)** Meine Pupille hat einen Durchmesser von 7 mm, mein Teleskop von 7 cm. Wie viele Größenklassen mehr kann ich mit dem Teleskop gegenüber dem bloßen Auge sehen?

**Lösungsvorschlag:** Der Radius des Lichts ist 10-mal so groß, wie der Radius des Auges. Damit fällt  $10^2 = 100$  Mal so viel Licht in das Teleskop wie in mein Auge. Also sehe ich Sterne, die hundertmal weniger Licht aussenden, wie die die mein Auge noch wahrnehmen kann.

Damit sehe ich 5 Größenklassen dunklere Sterne, also Sterne deren Helligkeit rund 10 bis 11 beträgt.