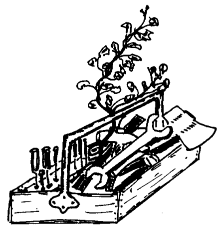
Schulbiologiezentrum
Hannover

Vinnhorster Weg 2, 30419 Hannover
Tel: 0511-168-47665/7
Fax: 0511-168-47352
Email : schulbiologiezentrum@hannover-stadt.d

Hannover

Unterrichtsprojekte Natur und Technik



19.22

Zum Selbstbau
für überfachlichen Unterricht,
Arbeitsgemeinschaften, Projektwochen
und Schullandheimfahrten:

„Weißt Du wie viel Sternlein...?“
Mit dem "Astro-Zählrohr" auf Standortsuche in der Milchstraße

Die im altbekannten Volkslied gestellte Frage wird in früherer Zeit Staunen, Ehrfurcht und eine Vielzahl tiefgehender philosophischer Fragen ausgelöst haben. War doch die Zahl der Lichtpunkte am nachtschwarzen Himmel schier unendlich, verlor sich der Blick in Schwindel erregende Weiten...
Heute lässt sich die Frage oft in einigen Minuten "abhaken": Die Lichtflut der Stadt zum einen, unser kaum noch an die Dunkelheit gewöhnter Blick zum anderen hat die Zahl der Sterne gewaltig schrumpfen lassen. Nur selten noch, vielleicht im Urlaub in der Ferne, stoßen wir spontan auf einen wirklich faszinierenden Sternhimmel.
Damit geraten wir in eine im Vergleich zu früheren Zeiten paradoxe Situation, die sich - bewusst überspitzt - so formulieren ließe:
Im "finsteren" Mittelalter und in Zeiten davor waren die kosmische Umwelt und die damit verknüpften Phänomene (von griech. "phainómenon", Himmelserscheinung) im Blickfeld aller Menschen. Sie schauten in Ehrfurcht auf und grübelten. Kluge Köpfe stellten anhand vieler geduldiger Beobachtungen und ohne große Hilfsmittel eine Vielzahl kosmischer Weltgebäude auf, Weltgebäude, von denen viele sich zwar in der Rückschau als falsch erwiesen haben, die aber im Prinzip von jedem durch eigene Beobachtung nachvollziehbar waren.
Heute kennen wir viele Antworten und haben enorme Wissensmengen angehäuft. Spezialisten dringen mit feinsinnigen Gerätschaften immer tiefer in den Kosmos ein und liefern ständig atemberaubendere Weltmodelle ab (die nicht zwangsläufig wahr sein müssen). Wir, die interessierten und aufgeklärten Laien, wissen viel und... sehen wenig davon. Schlimmer noch, viele haben das Sehen verlernt...

Heute wissen wir (fast) alles:
Unser Standort im Sonnensystem ist Unterrichtsthema der Primar- und frühen Sekundarstufe.

- Wer von uns aber hat Planeten selbst gesehen und ihre Bewegung bewusst verfolgt?

Später erfahren wir, dass die Sonne nur ein verhältnismäßig kleiner leuchtender nuklearer Fusionsreaktor am Rande eines, Milchstraßen-Galaxis genannten Systems ist, das mehr als Hundert Milliarden Sonnen umfasst.

- Wer von uns hat schon einmal den Versuch unternommen, die Sterne zu zählen?
- Wer aber hat die Milchstraße gesehen oder gar genauer hingeschaut?

Zum heutigen Allgemeinwissen gehört auch, dass diese Galaxis nur eine von gegenwärtig unzählbar vielen ist.

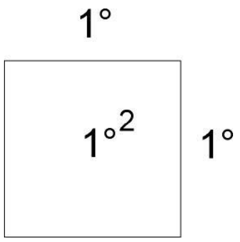
- Wer hat je an einem klaren Herbstabend den Blick auf den nebelartig verschwommenen Lichtfleck im Sternbild Andromeda gerichtet?

Wir wissen viel über den Himmel, soviel, dass sich Antworten auf Fragen, die sich beim Anblick des Sternenübersäten Nachthimmels gern ergeben, schnell, gewissermaßen aus dem Ärmel der (angelesenen) Theorie schütteln lassen. Dabei lässt sich manches durch einfaches Hinschauen und Nachdenken ergründen. Lernen wir zu sehen. Lehren wir, sehen zu lernen.

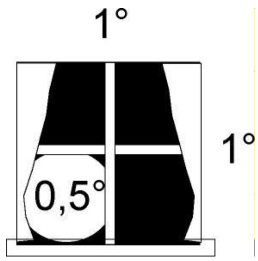
Die Fragestellung:
Wie viele Sterne stehen denn nun tatsächlich am Himmel?
Alle zu zählen wird kaum gelingen. Mit einem verhältnismäßig einfachen Trick lässt sich die Zahl dennoch relativ zuverlässig bestimmen: Wir betrachten nur Himmelsausschnitte, zählen die Sterne aus und berechnen Durchschnittswerte. Je häufiger wir das tun, desto besser nähert sich das Ergebnis der tatsächlichen Zahl. Wenn wir zu diesem Zweck den Blick z.B. mit einer **Papprӧhre** verengen, müssen wir wissen, wie groß der Ausschnitt im Verhältnis zum Gesamthimmel ist. Dazu müssen wir uns ein wenig in die Mathematik hineindenken.

Ein Astro-Zählrohr aus Pappe
Blicken wir durch eine Papprӧhre auf den Sternhimmel. Beim Hindurch sehen verengt sich das Gesichtsfeld auf einen, von der Länge und dem Durchmesser der Rӧhre abhängigen Wert. Je breiter und je kürzer das Rohr, desto grӧßer ist der Ausschnitt.
Wie groß ist dieser Ausschnitt im Verhältnis zum Gesamthimmel? Denken wir uns (nur zu diesem Zweck) den Himmel als Kugel , deren Mittelpunkt wir selbst sind. Alle Sterne seien auf der Oberfläche der Kugel angeordnet. Wenn wir das Papprohr benutzen, betrachten wir nur einen Ausschnitt der Kugeloberfläche (mathematisch eine "Kugelkappe"). Das Verhältnis der Gesamtoberfläche zur Kugelkappe gäbe uns Aufschluss darüber, den wievielten Teil der "Himmelskugel" wir sehen. Zur Berechnung der Kugeloberfläche und der Kugelkappe brauchen wir jedoch den Radius der "Himmelskugel". Wie groß ist aber die gedachte Kugel? Bei näherer Betrachtung wird deutlich, dass der Radius beliebig gewählt werden kann. Die Kugel kann damit extrem groß oder extrem klein sein. Nur das *Verhältnis* zwischen der Fläche der Kugel und der Fläche der Kugelkappe ist entscheidend.
Mit einem kleinen Kunstgriff lässt sich das Problem verhältnismäßig leicht lӧsen: Wenn wir uns eine erheblich kleinere, durchsichtige Kugel innerhalb der "Himmelskugel" vorstellen, eine Kugel deren Mittelpunkt ebenfalls wir selbst sind, kӧnnen wir sagen, dass wir die Sterne an der "Himmelskugel" durch diese kleine Kugel hindurch sehen. Die Sterne werden gewissermaßen auf der kleinen Kugeloberfläche abgebildet.
Denken wir uns eine solche Kugel, deren Mittelpunkt unser Auge ist. Ihre innere Fläche soll die Öffnung der Papprӧhre berühren. Ihr Radius wird etwas grӧßer sein als die Länge der Papprӧhre.

Die Fläche der gedachten Kugeloberfläche, also der gesamten „Himmelskugel“ kann natürlich nicht in Quadratmetern vermessen werden. Ausgehend vom Winkelmaß „Grad“ lässt sich die Ausdehnung einer „Fläche“ am Himmel in „Quadratgrad“ angeben. Das Quadratgrad eine veraltete und im modernen physikalischen SI-System nicht mehr benutzte Maßeinheit. Es findet jedoch in der Astronomie noch breite Verwendung. So wird zum Beispiel die von Sternbildern am Himmel eingenommene „Fläche“ in Quadratgrat angegeben.



Der Blick aus einem Fenster zum Beispiel umschließt viereckiges Sehfeld. Seine „Größe“ ergibt sich aus den Sehwinkeln der begrenzenden Flächen. Erscheinen die Ränder des Fensters unter Sehwinkeln von 1° „Breite“ und 1° „Höhe“ ist das Sehfeld 1°² groß.

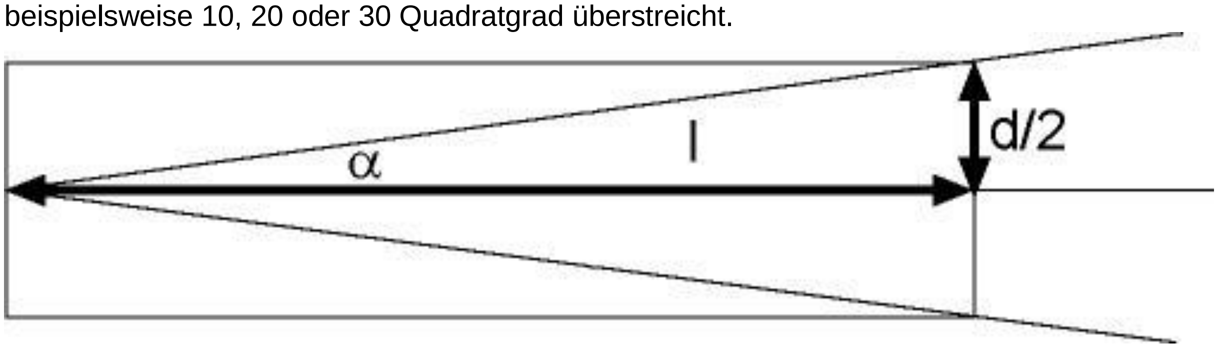


Der scheinbare „Durchmesser“ der Sonne und des Mond ist etwa 0,5°. Damit ist die „Fläche“ die sie bedecken $0{,}25^2 \times \pi = 0{,}19°$ Quadratgrad. In einen durch einen Fensterrahmen begrenzten Himmelsausschnitt von 1 Quadratgrad würde der Mond (oder die Sonne) flächenmäßig also etwa fünfmal hineinpassen.
Der „Fläche“ der gesamten Himmelskugel ist $360° \times 360° / \pi = 41253$ Quadratgrad groß.
Der Mond oder die Sonne hätte darin mehr als 217000mal Platz. Damit erklärt sich auch, das der Mond, mit einem Normalobjektiv aufgenommen, auf Bildern so enttäuschend klein ist. Hierin liegt auch der Grund dafür, das der Mond sich auf seiner „Wanderung“ um die Erde herum so selten vor einen Stern schiebt.

- Angenommen, man schaue durch das Fenster und zähle die Sterne in dem 1 Quadratgrad großen Stück Himmel.
- Angenommen, die Sterne verteilten sich gleichmäßig über den Himmel.

Dann bräuchte man die gezählten Sterne nur mit 41253 zu multiplizieren und man wüsste wie viele Sterne am Himmel stehen. Diese Überlegung ist der Grundgedanke des „Astro-Zählrohrs“. Der Blick durch ein Rohr begrenzt das Sehfeld in einem von der Länge und dem Durchmesser des Sehrohres abhängigen Maß. Mit einem kurzen Rohr überschaut man mehr Fläche als mit einem langen Rohr von gleichem Durchmesser. Ein „dickes“ Rohr zeigt bei gleicher Länge mehr Fläche als ein dünnes.

Mit etwas Mathematik kann das Blickfeld durch eine einfache Pappröhre berechnet werden. Oder die Pappröhre kann „passend“ gemacht werden. So, dass der Blick durch die Röhre beispielsweise 10, 20 oder 30 Quadratgrad überstreicht.



Wem die Mathematik zu kompliziert erscheint kann die Aufgabe auch zeichnerisch lösen.
Die Länge l und der Radius d/2 umschließen einen rechten Winkel und bilden die Ankathete bzw. die Gegenkathete zum Winkel α.
Der Winkel α wird durch das Längenverhältnis von Gegen- zu Ankathete bestimmt. Mit Bleistift und Geodreieck lassen sich bei vorgegebenem Winkel α alle passenden Längen l und d/2 ermitteln. Genau so natürlich der Winkel α bei gegebenen Maßen der Röhre.

Rechnerisch geschieht das über den Tangens des Winkels α nach der Beziehung:

$$\tan\alpha = \frac{d/2}{l}$$

Ist das "Astro-Rohr" der Pappkern einer einfachen Toilettenpapierrolle mit einem Durchmesser von 4 cm und einer Länge von 10 cm errechnet sich der Winkel α aus dem Quotienten $\frac{d/2}{l}$ = 0,2. Der dazugehörige Winkel ist arctan 0,2 = 11,39° groß.
Ein Blick durch das Rohr überstreicht etwa 22,8° oder etwa 6% des Horizonts.

Wäre das eingerahmte Feld quadratisch ergäbe sich eine „Fläche“ von $(11{,}39 \times 2)^2$ = 511,7 Quadratgrad. Pappröhren sind in der Regel aber rund. Um die „Fläche“ des kreisförmigen Blickfeldes zu ermitteln behandeln wir den Winkel α als Radius dieses Kreises. Die Fläche eines Kreises ist A = πr^2. Im Falle von α = 11,39° ist das Blickfeld πr^2 = 401,86 Quadratgrad groß.
Dieser krumme Wert wird zur „Gesamtfläche“ des Himmels in Beziehung gesetzt:
(402 : 41253)x 100 = 0,974%. Der Blick durch unsere "Astro-Klorolle" zeigt also etwa 1% des gesamten Himmels. Für einen Beobachter auf der Erde ist aber, selbst bei unverstelltem Horizont, nur die Hälfte des Himmels zu sehen. Das "Astro-Zählrohr" überstreicht also etwa 2% des sichtbaren Himmels.

Soll mit dem Astro-Zählrohr eine Fläche von bestimmter Größe überschaut werden, muss das Problem rechnerisch von hinten „aufgezäumt“ werden.

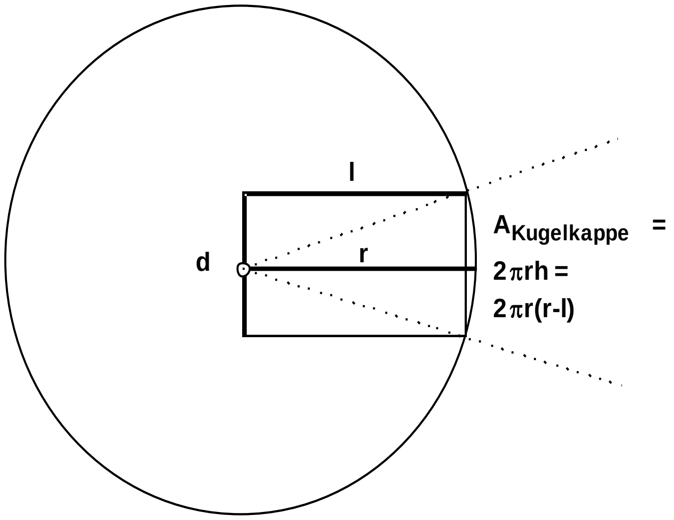
Die Fläche eines Kreises beträgt $A = \pi r^2$. Nach r aufgelöst $r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$

Ein kreisrundes Blickfeld mit einer „Fläche“ von beispielsweise 100 Quadratgrad hat einen „Radius“ von $r = \sqrt{\frac{100}{\pi}}$ = 5,64°.

Wenn die Formel $\tan\alpha = \frac{d/2}{l}$ nach l aufgelöst wird kann die Länge der Röhre für jeden gewünschten Winkel ermittelt werden. Misst der innere Durchmesser der Röhre 3 cm, dann gilt $l = \frac{d/2}{\tan\alpha}$ = $l = \frac{1{,}5}{\tan 5{,}64}$ = 15,19 cm.

Berechnung mit dem Pythagoras

Hier sei noch eine alternative Herangehensweise unter Ausschluss von Winkelfunktionen vorgeschlagen. Hier wird gedanklich eine kugelförmige Sphäre um das Astro-Zählrohr konstruiert deren Mittelpunkt das beobachtende Auge ist. Zunächst wird der von den Maßen der Röhre bestimmte Radius dieser Sphäre berechnet und in einem zweiten Schritt die Oberfläche der Sphäre. Die vordere Öffnung der Röhre umschreibt einen Teil der Kugeloberfläche. Im dritten Schritt wird diese als „Kugelkappe" bezeichnete Fläche errechnet und zur Gesamtoberfläche der Sphäre in Beziehung gesetzt.



Ein Längsschnitt durch die Röhre entspricht einem Rechteck mit der Länge **l** und der Höhe **d** (entsprechend dem Durchmesser). Wenn wir dieses Rechteck nach in die Kugel hineinprojizieren wird deutlich, dass der Kugelradius **r** gleich der Diagonale des halben Rechtecks ist.
Die Diagonale **r**, die Länge **l** und die Strecke **d/2** bilden ein recht-winkliges Dreieck.
Nach dem Gesetz des PYTHAGORAS ist die Fläche des Quadrats über der Hypothenuse (**r**) gleich der Summe der Flächen der Quadrate über den Katheten (**l** bzw. **d/2**).

Danach gilt:

$$\mathbf{r^2 = l^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$\mathbf{r = \sqrt{l^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}}$$

Beispiel:
Gegeben ist eine Papprröhre von 10 cm Länge (**l**) und 4 cm Durchmesser (**d**)
Der Radius **r** der die Röhrenöffnung umfassenden Kugel ist dann

$$\mathbf{r = \sqrt{10^2 + \left(\frac{4}{2}\right)^2} = \sqrt{104} = 10{,}198\,cm}$$

Die Oberfläche der Kugel
Ist der Radius bekannt, lässt sich die Oberfläche der Kugel nach der Formel

$\mathbf{A_o = 4\pi r^2}$ berechnen

Da wir nur die Hälfte der Himmelskugel sehen, muss diese Zahl durch 2 geteilt werden:
(Oder wir rechnen gleich mit $\mathbf{2\pi r^2}$)

Beispiel: Wenn wir ein Rohr mit l = 10 cm und d = 4 cm zugrunde legen ist die
- Oberfläche der Kugel: $4 \times \pi \times 10{,}198^2 = 4 \times \pi \times 104 = 1306{,}903$ cm^2
- Oberfläche der halben Kugel: $2 \times \pi \times 10{,}198^2 = 2 \times \pi \times 104 = 653{,}451$ cm^2

Berechnung der Fläche der über dem Sehrohr liegenden Kugelkappe:
Wenn wir durch das Rohr blicken, sehen wir nur einen Ausschnitt der Kugelfläche $\mathbf{A_O}$.
Diese Fläche wird als Kugelkappe bezeichnet. Ihre Fläche ist

$$A_{Kugelkappe} = 2\pi rh$$

h ist die Differenz zwischen dem Radius **r** und der Länge des Rohrs **h = r - l**
oder, wenn wir **r** ersetzen:

$$\mathbf{h = r - l = \sqrt{l^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2} - l}$$

Im konkreten Beispiel (s. o.) ist h also 0,198 cm und $A_{Kugelkappe} = 2 \times \pi \times 10{,}198 \times 0{,}198 =$ 2,690 cm^2

- Der Quotient aus 1306,903 cm^2 (Kugeloberfläche) und 12,690 ist 103,234.
- Der Quotient aus 653,451 cm^2 (Oberfläche der Halbkugel) und 12,690 ist 51,493

Blicken wir durch unser Rohr, sehen wir also den 103ten Teil der Himmelskugel oder den 51,5ten Teil des an einem Ort sichtbaren Himmels.

Wie viel Sterne stehen...?

- Berechne die Fläche des durch das Rohr zu sehenden Ausschnitt des Himmels und die Fläche des gesamten, bei uns zu sehenden Himmels.
- Bilde den Quotienten aus Gesamthimmel und Himmelsausschnitt.
- Richte das Zählrohr mehrere Male auf den Himmel und notiere jedes Mal die Anzahl der Sterne.
- Addiere die Werte und teile das Ergebnis durch die Anzahl der beobachteten Himmelsausschnitte.
- Multipliziere den so errechneten Durchschnittswert mit dem Quotienten aus Gesamthimmel und Himmelsausschnitt.

Sterngewimmel und sternenleere Räume:
Die ermittelte Zahl ist abhängig von vielen Faktoren wie der Dunkelheit oder dem Wasserdampf- und Staubgehalt der Luft. Das Licht tief stehender Sterne wird in der Atmosphäre stärker absorbiert, der Horizont wirkt daher oft sternenleer.
Aber auch bei unbehinderter Sicht und ohne genaues Durchzählen fällt auf, dass die Sterne am Himmel sehr ungleichmäßig verteilt sind. Einige Himmelsregionen scheinen mit Sternen geradezu "gepflastert" zu sein , während Räume abseits davon fast sternenleer wirken
Abseits der Stadt und in klaren Nächten können wir die Milchstraße sehen, die als mehr oder weniger breites unregelmäßiges und schwach leuchtendes Band (wie vergossene Milch) den ganzen Himmel überspannt und schließlich mit ihren "Enden" unter den Horizont taucht.
Die Milchstraße löst sich schon mit dem Fernglas in eine Unzahl von Lichtpünktchen auf und offenbart ihre Sternennatur. Helle Einzelsterne "baden" förmlich in einem Meer optisch dicht beieinander stehender schwächerer Sterne. Hier findet man die meisten Lichtpunkte pro Flächeneinheit.
Der Blick hinauf in das Sterngewimmel löst kann Schwindel auslösen, das Gefühl, hineinzufallen in bodenlose Tiefen.

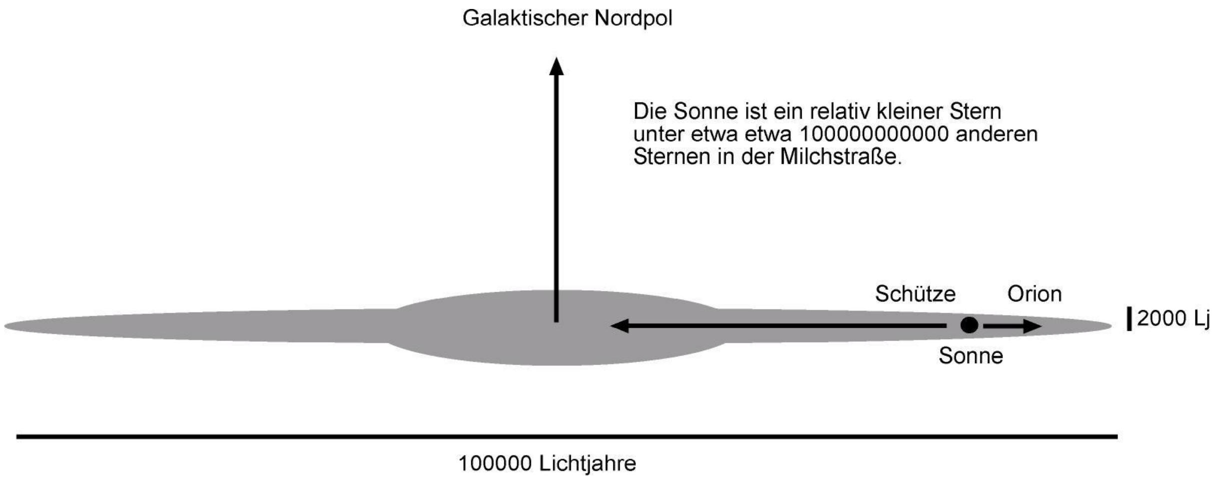
Es gibt (leider immer seltener) Nächte, in denen sich die Sterne so klar vor einem schwarzen Hintergrund abheben, dass der Himmel sich als Raum offenbart, plastisch und zum Greifen nah, obwohl doch nicht enden wollend tief und weit.
Weit entfernt von der Milchstraße gibt es zwar auch helle Objekte, sie sind aber weiter gestreut und der Hintergrund ist wesentlich dunkler. Gibt es einen Grund dafür, dass die Sterne so verteilt sind?
Die Milchstraße ist am Horizont nicht zu Ende. Auf einer Reise in den Süden könnten wir ihr folgen, denn sie überzieht auch den, bei uns nicht sichtbaren südlichen Sternhimmel. Könnten wir den nördlichen und den südlichen Himmel zugleich sehen, etwa aus einem weit von der Erde entfernten Raumschiff, würde sich die Milchstraße als Ring zeigen, der die Erde umgibt. Das wussten die frühen Astronomen nicht.

Anzahl der Sterne mit abnehmender Helligkeit (aus Oberndorfer)	
Größen-klasse	Zahl der Sterne bis zu dieser Größenklasse
0	2
1	12
2	40
3	140
4	530
5	1620
6*	4850
7*	14300
*6 und 7 nur bei sehr klarem, dunklen Himmel	

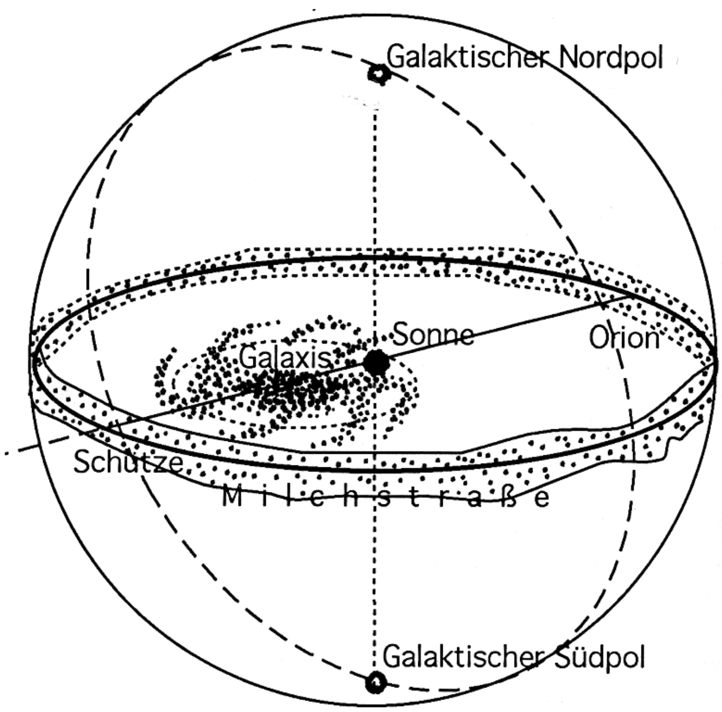
Wie ist der Raum um uns beschaffen?
Die Philosophen der Antike und die auf ihre Sicht aufbauenden Dogmen des Mittelalters sahen die Erde im Zentrum des Seins, den Mond, die Sonne und die damals bekannten Planeten ("Irrsterne") an kristallenen Kugelschalen befestigt um die Erde kreisend. Die Zahl der Sphären bezifferten die Philosophen der europäischen Antike mit acht, im Einklang mit der Tatsache, dass eine Oktave in der Musik auch acht Töne umfasst. Die achte, äußerste Sphäre war die Schale der Fixsterne. Außerhalb der Sphären breitete sich das nicht Erklärbare, Unfassbare und Unsichtbare aus.
Begriffe wie "Himmelszelt" oder "Himmelsgewölbe" erinnern an solche Vorstellungen.
Unsere mit Kunstlicht durchflutete und Staub aufwirbelnde Welt, suggeriert uns nur zu oft , wir wären das Zentrum alles Geschehens. Die Frage, wo "oben" und "unten" (früher "Himmel" und "Hölle") scheint durch die Schwerkraft festgelegt. Es bedarf schon einer sehr dunklen, mondlosen Nacht um in der Stadt auch nur eine Ahnung davon zu bekommen, dass dies wohl doch so einfach nicht ist...
Heute wissen wir, dass wir nur eine kosmische Randerscheinung darstellen. Das revolutionäre heliozentrische Weltbild des KOPERNIKUS ist längst abgelöst, ein Mittelpunkt der Welt scheint unauffindbar. Seit man Entfernungen zwischen Erde und Sternen messen kann, findet das subjektive Raumerleben in einer Sternennacht auch eine wissenschaftliche Bestätigung. KANT und HERSCHEL setzten sich mit der bereits seit langem festgestellten Ungleichmäßigkeit der Sternverteilung auseinander und postulierten eine "Welteninsel", in der wir, zusammen mit einer Unzahl anderer Sonnen im Raum "schweben". Diese Welteninsel wird heute in Anlehnung an das griechische Wort für Milch (galaktos) als Galaxis bezeichnet.

Wie ist sie aufgebaut und wo befinden wir uns?
Alle Sterne, die wir am Himmel sehen, sind Teil der Milchstraßen-Galaxis. Sie bildet eine flache Scheibe mit einem dichten Zentrum und spiralig ausgezogenen "Armen" (Spiral-galaxis). Ihre genaue Struktur wird sich aufgrund riesiger dunkler Staubansammlungen auch mit starken Fernrohren wohl nie erschließen lassen. Die Ausdehnung in der Scheibenebene hat man zu etwa 100000 Lichtjahren (1 Lichtjahr entspricht 9,4 Billionen km) bestimmt. In der galaktischen "Nord-Süd"-Achse sind es "nur" 2000 Lichtjahre.

Die Milchstraße, unsere galaktische „Heimat“ (Seitenansicht)



Unsere Sonne ist ein Stern am Rande dieses riesigen Systems. Schauen wir in Richtung auf das galaktische Zentrum, welches sich in Richtung des Sternbilds "Schütze" (in klaren Sommernächten tief am Horizont zu sehen) befindet. Dort ist die Milchstraße faszinierend hell und reich an Sternen, was allerdings erst in südlichen Breiten richtig zur Geltung kommt. Die zum Schützen gehörenden Sterne zählen gewissermaßen noch zu unseren "Nachbarn" und sind der Sonne viel näher als das 33000 Lichtjahre entfernte, durch Dunkelwolken unsichtbare und nur durch intensive Radiostrahlung lokalisierbare Zentrum.

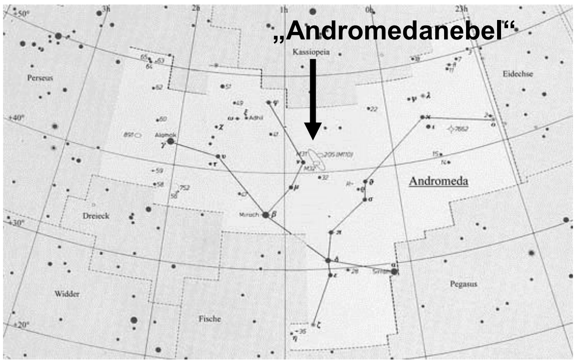


Milchstraße (auf "Himmelskugel" projiziert)

So wie wir nachts erheblich mehr Lichter sehen, wenn wir vom Stadtrand ins Stadtzentrum hineinblicken als hinaus in die offene Landschaft, sehen wir zum Zentrum der Galaxis hin erheblich mehr Sterne als wenn wir hinaus ins intergalaktische All schauen.

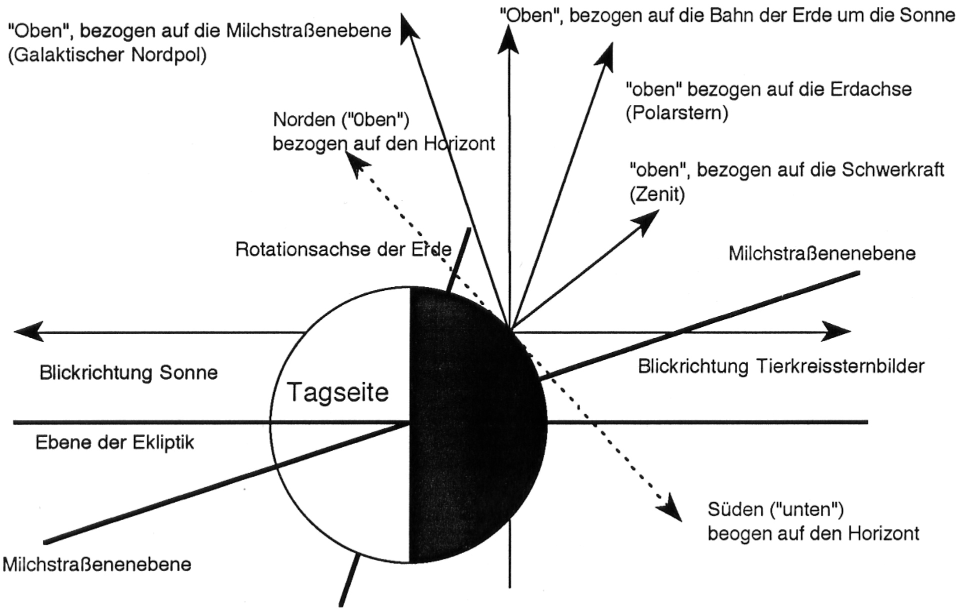
Nachbarn:

Im Sternbild der Andromeda befindet sich eine milchige elliptische Scheibe. Bei starker Vergrößerung erkennt man einen im Zentrum hell leuchtenden Diskus mit spiralig nach außen ausschweifenden Armen. Das ganze System besteht aus einer Unzahl von Sternen. Dies, obwohl schon früher vermutet, konnte erst in den dreißiger Jahren mit starken Teleskopen gezeigt werden. Die Andromedagalaxie gilt heute, in Form und Größe vergleichbar, als die "Schwestergalaxie" unseres Milchstraßensystems. Mit dem Spiegelteleskop, das die Leihstelle des Schulbiologiezentrums Hannover für Ihren Unterricht zur Verfügung stellt, können Sie einen Blick auf diese etwa 2 Millionen Lichtjahre entfernte "Welteninsel" werfen, die in klaren und dunklen Herbst- und Winternächten auch mit bloßem Auge als milchiger „Nebel“ zu erkennen ist. Sie blicken dann 2 Millionen Jahre zurück in eine



Zeit, in der es auf der Erde noch kein intelligentes Wesen gab, dass sich Gedanken über die Struktur des Kosmos hätte machen können.
Die Karte des Sternbilds „Andromeda“ gibt die Lage der Spiralgalaxie wieder. Wir empfehlen als Hilfe zum Aufsuchen eine „Drehbare Sternkarte“ (z.B. in der Arbeitshilfe 19.15) und die „Sternbilderkartei für den Diaprojektor“ (Arbeitshilfe 19.60).

Vielleicht ist die Frage doch erlaubt: Wo ist oben - wo ist unten?
"Oben" und "unten" ist gemeinhin durch die Schwerkraft auf der Erdoberfläche festgelegt. Nehmen wir die Rotationsachse der Erde, dann stehen wir ganz schön schief.
Glücklicherweise bleibt es den Australiern erspart, etwas davon zu merken, dass sie auf dem Kopf stehen (Ganz schlimme Spötter behaupten, sie hingen mit den Füßen an der Erde). Oder sollte es etwa so sein, dass wir.....? Und was ist, wenn wir die Bahnebene der Erde um die Sonne zur Grundlage von "oben" und "unten" machen? Wir können nachts auf den "Nordpol" der Ekliptik blicken. Er liegt im Sternbild des Drachen, etwa halbwegs zwischen dem Polarstern und dem Stern "Wega". Natürlich gibt es auch einen Südpol der Ekliptik, der in unseren Breiten allerdings nicht sichtbar ist.
Und wer jetzt glaubt, die Frage von "oben" und "unten" gelöst zu haben, der kann ruhig einen Schritt weitergehen und die Milchstraße zur Bezugsebene machen:
Die Milchstraße zieht durch die polnahen (zirkumpolaren) Bereiche des nördlichen wie des südlichen Sternhimmels hindurch. Sie ist, wie dargelegt, die Äquatorebene der Galaxis. Deren Pole liegen senkrecht dazu im Sternbild "Coma Berenices/Haar der Berenike" (galaktischer "Nordpol") am nördlichen Sternhimmel zwischen dem "Großen Bären" und der "Jungfrau" bzw. für uns in Europa nicht sichtbar im Sternbild "Sculptur/Bildhauer" (galaktischer "Südpol") am südlichen Sternhimmel.
Die galaktischen Pole fallen nicht im geringsten mit dem Himmelsnord- oder -südpol, also der Verlängerung der Erdachse in den Raum hinein, zusammen.



"Oben" (und "unten") in einer ganz normalen, sternklaren Nacht....

Schon die Himmelspole liegen nicht "oben" bzw. "unten", was ein kurzer Blick auf den Polarstern deutlich machen kann (Finden Sie ihn?). Das "oben und "unten" unseres Sonnensystems ist ein davon grundverschiedenes Bezugssystem. Wenn wir die Welt auf der Milchstraßenebene betrachten, ist auch diese Orientierung hinfällig. Und wer behauptet da, dass die Milchstraße "gerade" liegt? Dann ist der Andromedanebel schief...
Unsere Sonne befindet sich ein Stück nördlich der galaktischen Ebene. Die Distanz bis zur "Oberkante" ist von uns aus gesehen, relativ gering. Dies öffnet uns gewissermaßen ein "Fenster" nach "oben" heraus mit dem von Sternen nur wenig verstellten Blick auf weit entfernte Galaxien. Bereits mit kleineren Teleskopen und bei wirklich guter Sicht sind dort und im südlich davon liegenden Sternbild Jungfrau ein gutes Dutzend schwacher Lichtscheibchen zu erkennen.
Starke Teleskope zeigen den Spiralcharakter einiger dieser Galaxien. Und: Die eine sehen wir von der Seite, die andere schräg von oben (oder von unten?). Eine dritte erscheint uns in der Aufsicht (oder mit der Unterseite?). Galaktische Ebenen scheinen wahllos in die eine oder andere Richtung zu zeigen. Welche Galaxis, welche galaktische Ebene soll nun Bezugsebene für unsere Orientierung sein? Die Frage bleibt: Wo ist oben? Wo ist unten?

Ingo Mennerich, Oktober 1995

Veränderte und erweiterte Neuauflage Februar 2005