

Unsere ERDE

(Version 2.0)

**Eine Erdkunde in drei Teilen
mit Physik und Mathematik
(c) Herbert Paukert
Homepage: www.paukert.at**

Teil 1: Sonne – Erde – Mond	02
Teil 2: Die Entstehung der Jahreszeiten	13
Teil 3: Geografische Breite und Länge	26

#1.01/1.02

Unsere ERDE

Teil 1: Sonne - Erde - Mond

In dem Lernprojekt werden zuerst wichtige Sachverhalte erklärt und dann dazu insgesamt 57 Fragen gestellt. Die gewünschten Antworten können in die Lückenfelder oder besser mit den Fragenummern zusammen auf ein Blatt Papier geschrieben werden. Alle richtigen Antworten befinden sich auf der letzten Seite.

Mathematische Ausdrücke sollen mit einem Taschenrechner auf zwei Stellen gerundet berechnet werden.

Beispiel: Berechne das Volumen $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ einer Kugel mit dem Radius $r = 6.37 \text{ cm}$.

Antwort: $V = 1082.70 \text{ cm}^3 (\approx 1\text{Liter})$.

#1.03

Unsere ERDE hat eine kugelähnliche Form und sie bewegt sich auf einer kreisähnlichen Bahn um die SONNE.

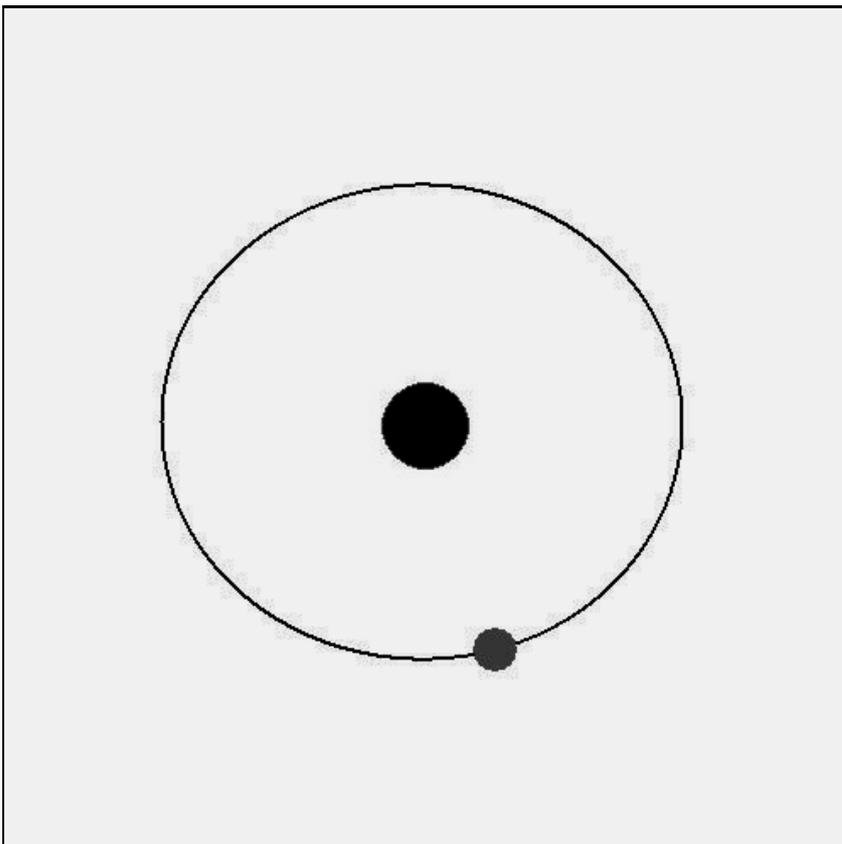
Dabei sind immer zwei Kräfte im Gleichgewicht:

Erstens, die Fliehkraft der Erde, welche auf die um die Sonne kreisende Erde wirkt und diese nach Außen in das Weltall treibt.

Zweitens, die Anziehungskraft zwischen Sonne und Erde, welche durch deren Massen bewirkt wird und die Erde zur Sonne zieht.

Durch das Gleichgewicht dieser entgegengesetzten Kräfte bewegt sich die Erde auf einer stabilen Bahn.

#1.04



Bewegung der Erde um die Sonne.
(Die Entfernungen im Bild entsprechen nicht genau der Wirklichkeit.)

#1.05

Die Erde bewegt sich auf einer kreisähnlichen Bahn um die Sonne. Dabei befindet sich die Sonne ungefähr im Mittelpunkt der Umlaufbahn.

Wie groß ist die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne ?
(Hinweis: Die Zahl ist durch 3 teilbar).

- ((a)) ca. 100 Mill. km
- ((b)) ca. 150 Mill. km
- ((c)) ca. 200 Mill. km

Zuerst die richtige Antwort ermitteln
und dann in das Lückenfeld schreiben !

Antwort: [_____]

#1.06

Die Kraft F_g (Gravitationskraft) zwischen zwei Massen m und M bewirkt eine gegenseitige Anziehung. Sie ist umso größer, je größer die beiden Massen sind. Sie nimmt aber mit wachsender Entfernung (r) stark ab.

$F_g = k \cdot m \cdot M / r^2$ mit k als Gravitationskonstante.

Die Fliehkraft F_i (Zentrifugalkraft), welche auf einen rotierenden Körper m wirkt, ist eine nach Außen gerichtete Trägheitskraft. Sie ist umso größer, je weiter der Körper von der Drehachse entfernt ist (r) und je größer die Drehgeschwindigkeit ist (w).

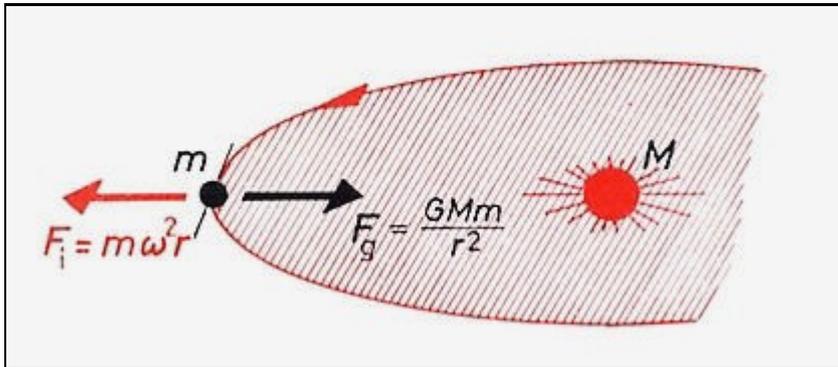
$$F_i = m \cdot w^2 \cdot r$$

Welcher Forscher hat im Jahre 1666 die Gravitation entdeckt ?

- ((a)) Aristoteles
- ((b)) Newton
- ((c)) Einstein

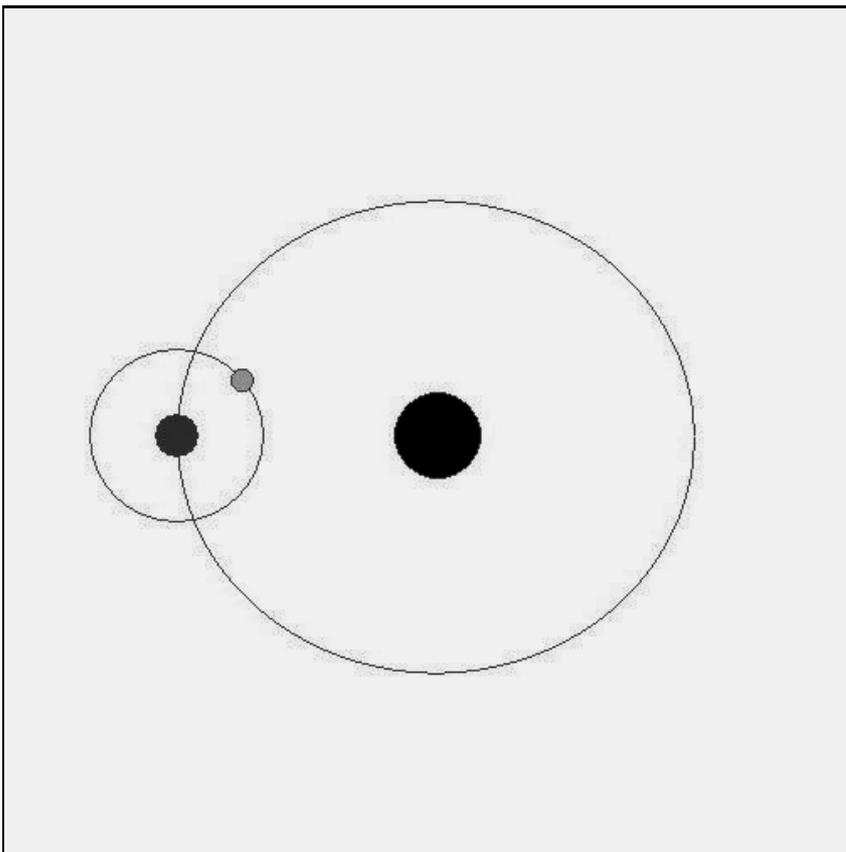
Antwort: [_____]

#1.07



Bei kreisähnlichen Bewegungen einer Masse m um eine Masse M gilt in jedem Punkt der Bahn das Gleichgewicht von **Anziehungskraft F_g** und **Fliehkraft F_i** .

#1.08



Die Bewegung des Mondes um die Erde.
(Die Entfernungen im Bild entsprechen nicht genau der Wirklichkeit).

#1.09

Der Mond bewegt sich auf einer kreisähnlichen Bahn um die Erde. Dabei befindet sich die Erde ungefähr im Mittelpunkt der Umlaufbahn.

Wie groß ist die mittlere Entfernung von Mond und Erde ?

Hinweis: ungefähr 1/400 des Abstandes der Erde von der Sonne (ca. 150 Mill. km).

- ((a)) ca. 100 000 km
- ((b)) ca. 200 000 km
- ((c)) ca. 400 000 km

Zuerst die richtige Antwort ermitteln und dann in das Lückenfeld schreiben !

Antwort: [_____]

#1.10

So wie die Erde in einem Jahr (365 Tage) die Sonne umkreist, so kreist der Mond in 27,3 Tagen (siderischer Mondmonat) um die Erde.

So wie die Erde in einem Tag (24 Stunden) um ihre eigene Achse rotiert, so dreht sich auch der Mond um seine Achse. Diese Mondrotation dauert **genau so lange** wie seine Umlaufzeit um die Erde. Dadurch wendet der Mond der Erde immer nur eine Seite zu. Die Rückseite ist nicht direkt einsehbar.

Während eines **Mondtages** bescheint die Sonne eine Mondhälfte, und dort steigt die Temperatur auf +130°C. Auf der anderen Hälfte herrscht Nacht und die Temperatur sinkt auf -130°C.

Wie groß die durch die Sonne beleuchtete Mondseite von der Erde aus erscheint, hängt von der Position des Mondes auf seiner Umlaufbahn ab. Auf der zur Sonne nächsten Position herrscht „Neumond“. Auf der zur Sonne entferntesten Position herrscht „Vollmond“.

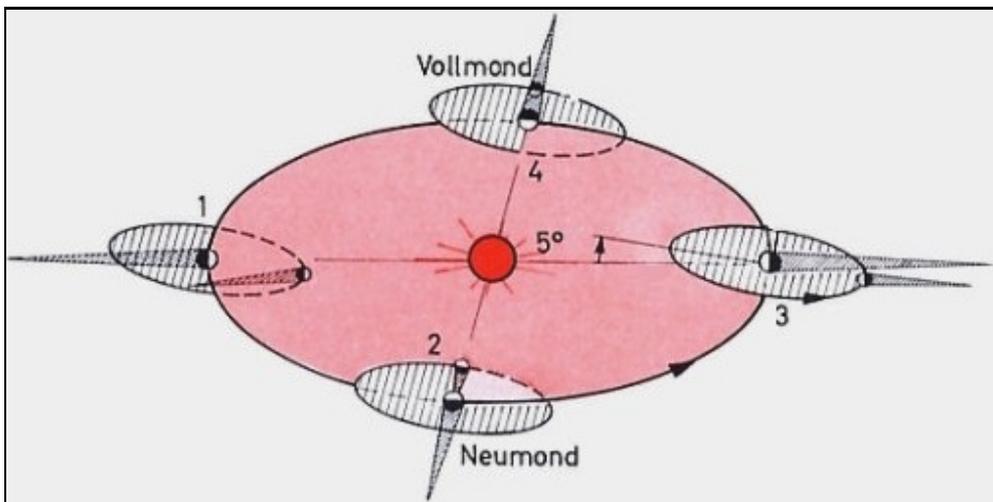
#1.11

Die Bahn des Mondes ist gegenüber der Bahn der Erde um einen Winkel von 5° geneigt. Die Erde bewegt sich in 365 Tagen um die Sonne. Der Mond aber umkreist in ca. 28 Tagen die Erde.

Eine **Mondesfinsternis** herrscht dann, wenn Sonne, Erde, Mond in einer Linie liegen und der Erdschatten auf den Mond fällt. (Das ist nur bei Vollmond möglich).

Eine **Sonnenfinsternis** herrscht dann, wenn Sonne, Mond, Erde in einer Linie liegen und der Mond genau zwischen Erde und Sonne steht. (Das ist nur bei Neumond möglich).

#1.12



In welcher Position ((1, 2, 3, 4)) der abgebildeten Erdbahn kann eine **Mondesfinsternis** auftreten.

Antwort: Position [_____]

#1.13

In welcher Position ((1, 2, 3, 4)) der abgebildeten Erdbahn kann eine **Sonnenfinsternis** auftreten.

Antwort: Position [_____]

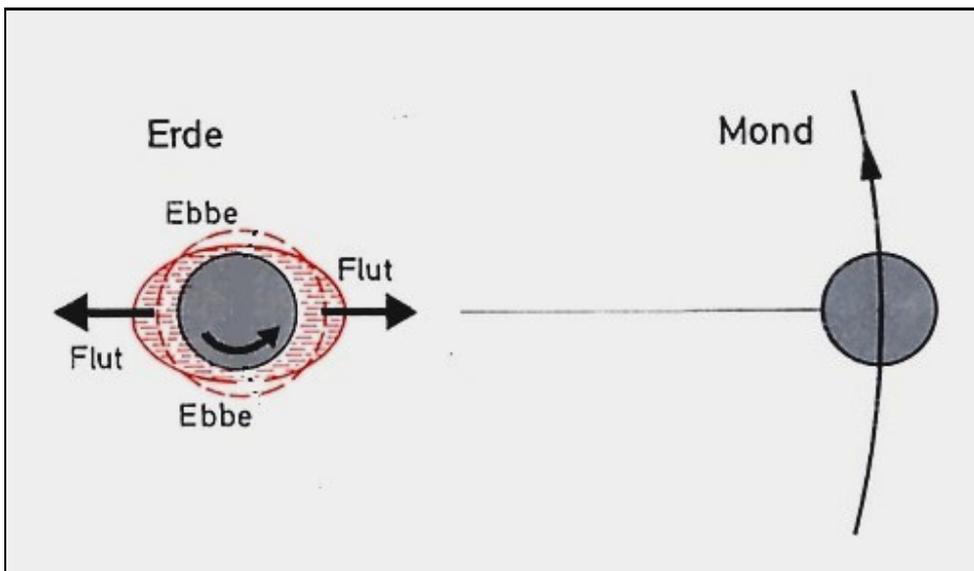
#1.14

Der Mond ist aber auch verantwortlich für die Entstehung der **Gezeiten** (d.h. Flut und Ebbe). Die Anziehungskraft der Mondmasse bewirkt auf der mondzugewandten Erdseite, dass der Wassermantel des Meeres nach Aussen zum Mond gedrängt wird. Es herrscht **Flut**.

Weil die Massenanziehungskraft (Gravitation) mit der Entfernung abnimmt, wirkt sie auf der mondabgewandten Erdseite weniger stark. Die jetzt überwiegende Fliehkraft der Erdrotation treibt das Wasser auch hier nach Aussen und es herrscht **Flut**.

In jenen zwei Erdgebieten, die zwischen der mondzugewandten und der mondabgewandten Erdseite liegen, herrscht durch die unverteilt Wasseremengen **Ebbe**.

#1.15



Wie in der obigen Grafik dargestellt, wechseln im Laufe einer Erdrotation Flut und Ebbe (roter, schraffierter Wassermantel) einander viermal ab.

Nach wie vielen Stunden erfolgt ein Wechsel von Flut und Ebbe ?

Antwort: [_____] Stunden.

#1.16

So wie die **Erde** mit ihrem Mond um die Sonne kreist, bewegen sich noch weitere Planeten um die Sonne: **Merkur** und **Venus** liegen näher bei der Sonne als die Erde. **Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun** und **Pluto** sind aber weiter entfernt. Die Kleinsten sind Merkur und Venus. Die Größten hingegen sind Jupiter und Saturn.

Zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter gibt es eine große Anzahl von kleineren **Planetoiden** (der so genannte Asteroidengürtel). Außerdem bewegen sich noch sehr viele kleinste **Kometen** auf exzentrischen Bahnen um die Sonne.

Wie viele Planeten gibt es in unserem Sonnensystem ?

Antwort: [_____] Planeten.

#1.17

Unser ganzes Sonnensystem ist ein sehr kleiner Bereich des **Weltalls**. Die anderen Sterne sind so weit entfernt, dass ihre Bewegungen nicht erkennbar sind und sie am Himmel fest stehend erscheinen. Sie werden daher auch **Fixsterne** genannt. Der uns am Nächsten gelegene Fixstern (**proximus centaurus**) ist von unserer Sonne ungefähr $2.37 \cdot 10^{13}$ km entfernt (s). Dieses ist eine Zahl mit 13 Nullen. Die Geschwindigkeit des Lichtes (c) beträgt **300 000 km/sec**.

Berechne, wie viele Jahre (t) das Licht braucht, um von dem Fixstern in unser Sonnensystem zu gelangen ?

Hinweis: $t = s / c$ (Zeit = Weg/Geschwindigkeit). Dabei müssen die Sekunden in Jahre umgewandelt werden. (1 Jahr = $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$ Sekunden = 31 536 000 sec). Berechne die Formel im Taschenrechner und schreibe das Ergebnis ins Lückenfeld.

Antwort: $t = [\text{_____}]$ Jahre.

#1.18

Die mittlere Entfernung (s) der Erde von der Sonne beträgt 150 000 000 km.

Das Licht pflanzt sich mit einer Geschwindigkeit (c) von ca. 300 000 km/sec fort.

Berechne wie viele Minuten (t) das Licht von der Sonne zur Erde braucht (auf zwei Dezimalen gerundet).

- (1) Lichtgeschwindigkeit in Minuten: $v = 60 * c$.
- (2) Zeit = Weg / Geschwindigkeit ($t = s / v$).

Antwort: $t = [\text{_____}]$ Minuten.

#1.19

Die mittlere Entfernung (r) der Erde von der Sonne beträgt 150 000 000 km und die Umlaufszeit (t) beträgt ein Jahr, also 365 Tage.

Berechne mit welcher mittleren Geschwindigkeit (v) sich die Erde um die Sonne bewegt. Das Ergebnis soll in km/h berechnet und auf ganze Zahlen gerundet werden

- (1) Umfang des Kreises: $U = 2 * r * \pi$.
- (2) Laufzeit in Stunden: $t = 365 * 24$.
- (3) Mittlere Geschwindigkeit: $v = U / t$.

Antwort: $v = [\text{_____}]$ km/h.

#1.20

Die mittlere Entfernung (r) des Mondes von der Erde beträgt 384 000 km und die Umlaufszeit (t) beträgt ca. ein Monat, genau 27.32 Tage.

Berechne mit welcher mittleren Geschwindigkeit (v) sich der Mond um die Erde bewegt. Das Ergebnis soll in km/h berechnet und auf ganze Zahlen gerundet werden

- (1) Umfang des Kreises: $U = 2 * r * \pi$.
- (2) Laufzeit in Stunden: $t = 27.32 * 24$.
- (3) Mittlere Geschwindigkeit: $v = U / t$.

Antwort: $v = [\text{_____}]$ km/h.

#1.21

Hier sollen noch einige Kenndaten aufgezählt werden:

Erd-Radius R: 6371 km

Erd-Masse M: $5.97 \cdot 10^{24}$ kg (eine Zahl mit 24 Nullen)

Mond-Radius: 1738 km (ca. 27% des Erdradius)

Mond-Masse: $7.35 \cdot 10^{22}$ kg (ca. 1.25% der Erdmasse)

Sonnen-Radius: 695 000 km (ca. 109-facher Erdradius)

Sonnen-Masse: $1.988 \cdot 10^{30}$ kg (ca. 330 000-fache Erdmasse)

Die mittlere Dichte ρ eines Körpers gibt jene Masse an, welche in einer Einheit des Volumens enthalten ist, z.B. ist die Dichte von Wasser genau 1 g/cm³. Für die mittlere Dichte eines Körpers gilt: $\rho = \text{Masse} / \text{Volumen} = M / V$.

#1.22

Berechne die Dichte ρ der Erde in g/cm³ und auf zwei Dezimalstellen gerundet.

Führe dazu im Taschenrechner folgende Schritte aus:

- (1) Erdradius in cm: $R = 6371 \cdot 1000 \cdot 100$.
- (2) Erdvolumen in cm³: $V = 4/3 \cdot \pi \cdot R^3$.
- (3) Erdmasse in g: $M = 5.97 \cdot 10^{24} \cdot 1000$.
- (4) Erddichte in g/cm³: $\rho = M / V$.

Antwort: $\rho = [\quad]$ g/cm³.

#1.23

Berechne die Dichte ρ des Mondes in g/cm³ und auf zwei Dezimalstellen gerundet.

Führe dazu im Taschenrechner folgende Schritte aus:

- (1) Mondradius in cm: $R = 1738 \cdot 1000 \cdot 100$.
- (2) Mondvolumen in cm³: $V = 4/3 \cdot \pi \cdot R^3$.
- (3) Mondmasse in g: $M = 7.35 \cdot 10^{22} \cdot 1000$.
- (4) Mondichte in g/cm³: $\rho = M / V$.

Antwort: $\rho = [\quad]$ g/cm³.

#1.24

Berechne die Dichte ρ der Sonne in g/cm^3 und auf zwei Dezimalstellen gerundet.

Führe dazu im Taschenrechner folgende Schritte aus:

- (1) Sonnenradius in cm: $R = 695\,000 * 1000 * 100$.
- (2) Sonnenvolumen in cm^3 : $V = 4/3 * \pi * R^3$.
- (3) Sonnenmasse in g: $M = 1.988 * 10^{30} * 1000$.
- (4) Sonnendichte in g/cm^3 : $\rho = M / V$.

Antwort: $\rho = [\quad] \text{g/cm}^3$.

#1.25

Die vorangehenden Rechnungen haben Folgendes gezeigt:

- (1) Obwohl unsere Erdoberfläche hauptsächlich (zu 70%) aus Wasser mit der Dichte 1 g/cm^3 besteht beträgt die mittlere Dichte der gesamten Erdkugel 5.51 g/cm^3 .
- (2) Die Mondmaterie ist weniger dicht gepackt (3.34 g/cm^3).
- (3) Die Materie der Sonne ist noch weniger dicht (1.41 g/cm^3).

Überlege dir in aller Ruhe, was diese Tatsachen bedeuten !

#1.26

Damit sind wir am Ende des **ersten Teils** unserer Einführung in die Erdkunde angelangt.

In einem **zweiten Teil** wird die Entstehung der Jahreszeiten ausführlich beschrieben und dargestellt.

#1.27

ENDE von Teil 1

#2.01/2.02

Unsere ERDE

Teil 2: Die Entstehung der Jahreszeiten

In dem Lernprojekt werden zuerst wichtige Sachverhalte erklärt und dann dazu insgesamt 57 Fragen gestellt. Die gewünschten Antworten können in die Lückenfelder oder besser mit den Fragenummern zusammen auf ein Blatt Papier geschrieben werden. Alle richtigen Antworten befinden sich auf der letzten Seite.

Mathematische Ausdrücke sollen mit einem Taschenrechner auf zwei Stellen gerundet berechnet werden.

Beispiel: Berechne das Volumen $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ einer Kugel mit dem Radius $r = 6.37 \text{ cm}$.

Antwort: $V = 1082.70 \text{ cm}^3 (\approx 1 \text{ Liter})$.

#2.03

Die Erdkugel wandert nicht nur in einem Jahr um die Sonne, sie dreht sich auch in 24 Stunden um jene Achse, die durch den **Nordpol** (N) und den **Südpol** (S) geht. Dadurch entsteht der periodische Wechsel von Tag und Nacht.

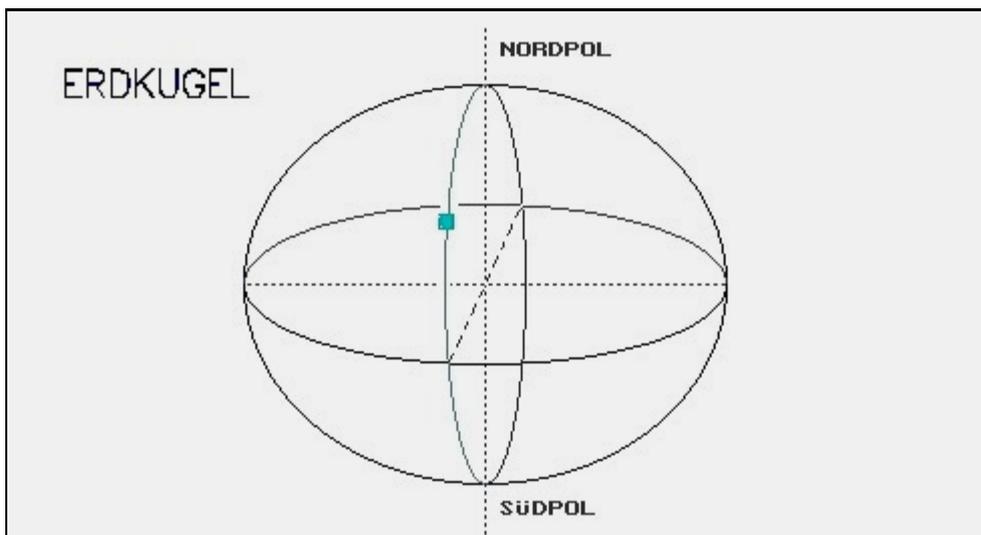
Alle Kreise auf der Kugeloberfläche, die durch die beiden Pole gehen, heißen **Längskreise** oder **Meridiane**.

Alle Kreise auf der Kugeloberfläche, deren Ebenen auf die Drehachse normal stehen, heißen **Breitenkreise**. Der größte davon liegt in der Kugelmittle und heißt **Äquator**.

Berechne den Umfang des Äquators (mit $U = 2 \cdot \pi \cdot R$ und $R = 6370 \text{ km}$) auf ganze Zahlen gerundet.

Antwort: $U = [\quad] \text{ km}$.

#2.04



Jener Großkreis, der durch die beiden Pole und durch den Ort Greenwich bei London geht, ist ein besonderer Längskreis. Er wird Nullmeridian genannt.

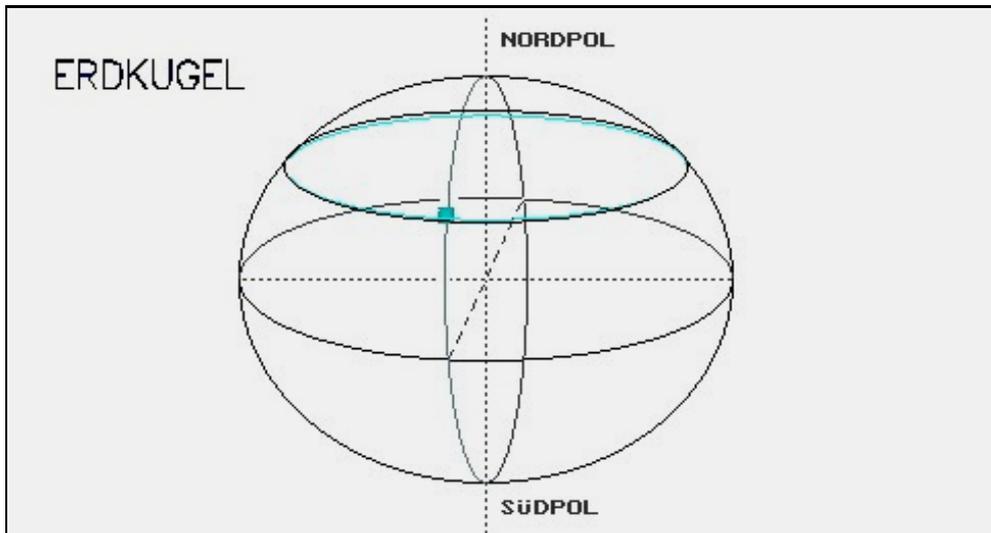
#2.05

Der Großkreis, dessen Ebene normal auf die Drehachse steht, ist ein besonderer Breitenkreis.

Wie heißt er ?

Antwort: $[\quad]$

#2.06



Wie liegt der Äquator zu jenem Breitenkreis, welcher durch den markierten Ort auf der Erdoberfläche geht ?

Antwort: []

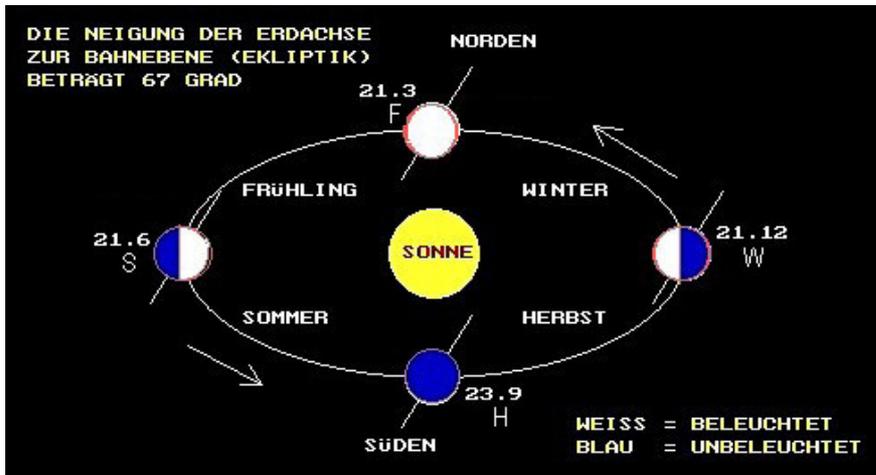
#2.07

Von großer Wichtigkeit ist die Tatsache, dass die Drehachse der Erde unter dem Winkel von $\epsilon = 67^\circ$ gegen die Bahnebene der Erde (**Ekliptik**) geneigt ist. Die nachfolgende Grafik soll diesen Sachverhalt, den man auch die "**Schiefe der Ekliptik**" nennt, darstellen.

Dadurch sind die Dauer und der Einfallswinkel (also auch die Intensität) der Sonneneinstrahlung auf der nördlichen und der südlichen Halbkugel verschieden.

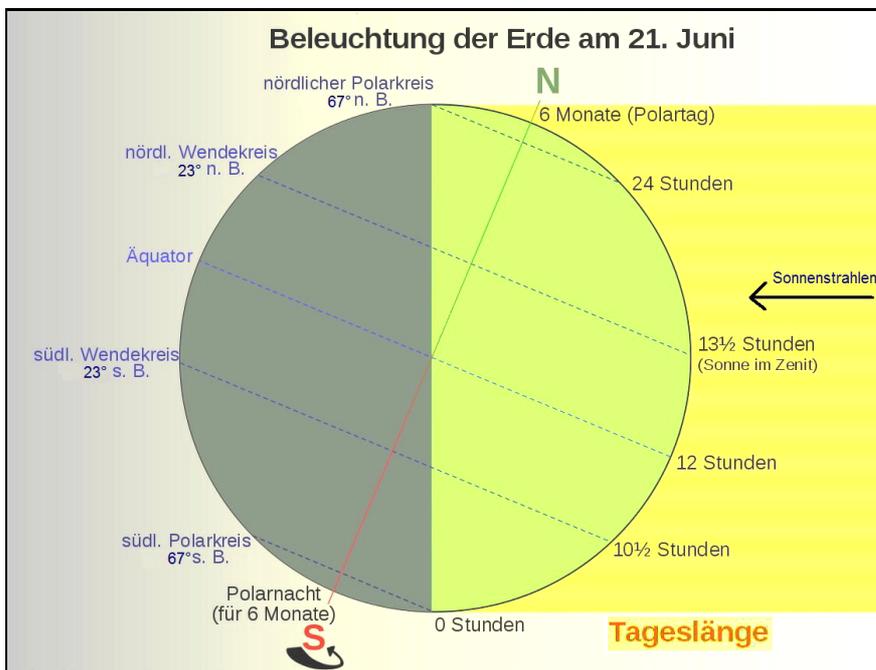
Dadurch entstehen die **Jahreszeiten**.

#2.08



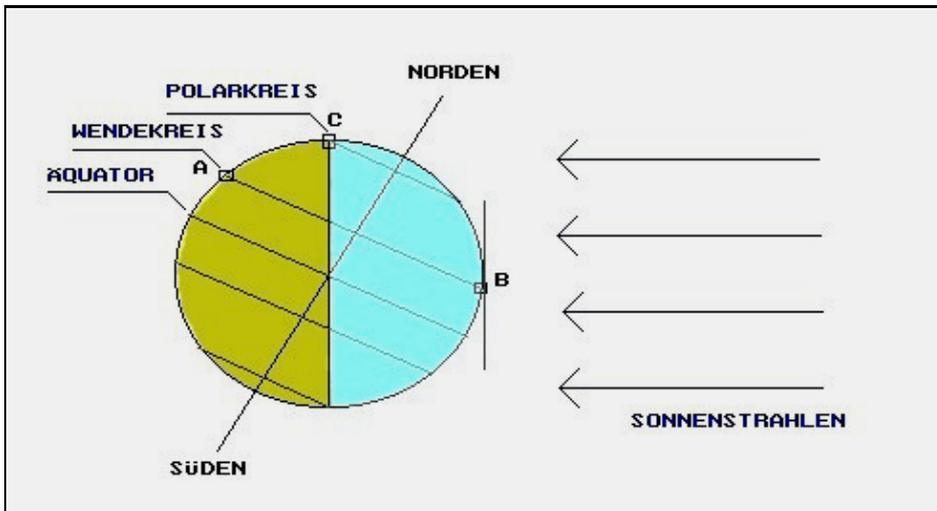
Die Abbildung zeigt die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne in den vier Jahreszeiten-Positionen Frühling (F), Sommer (S), Herbst (H), Winter (W). (F, S, H, W beziehen sich auf die nördliche Halbkugel.)

#2.09



Drei besondere Breitenkreise: Äquator - Wendekreis - Polarkreis. Im nördlichen Wendekreis erreicht am 21.6 zu Mittag die Sonne ihren höchsten Stand (Zenit); im südlichen Wendekreis am 21.12. Diese zwei Tage heißen auch so genannte Sonnenwendetage, an denen sich die Sonneneinstrahlung in Dauer und Intensität umstellt. Außerhalb des Polarkreises ist ein halbes Jahr lang entweder Tag (Polartag) oder Nacht (Polarnacht).

#2.10



Die Schiefe der Ekliptik ist jener Winkel, welchen die Drehachse der Erde mit ihrer Bahnebene um die Sonne einschließt ($\epsilon = 67^\circ$).

#2.11

((Sommer, Winter))

Zuerst das richtige Wort bestimmen und dann in das Lückenfeld schreiben.

Welche Jahreszeit herrscht im Bild auf der südlichen Erdhälfte, Sommer oder Winter ?

Antwort: [_____]

#2.12

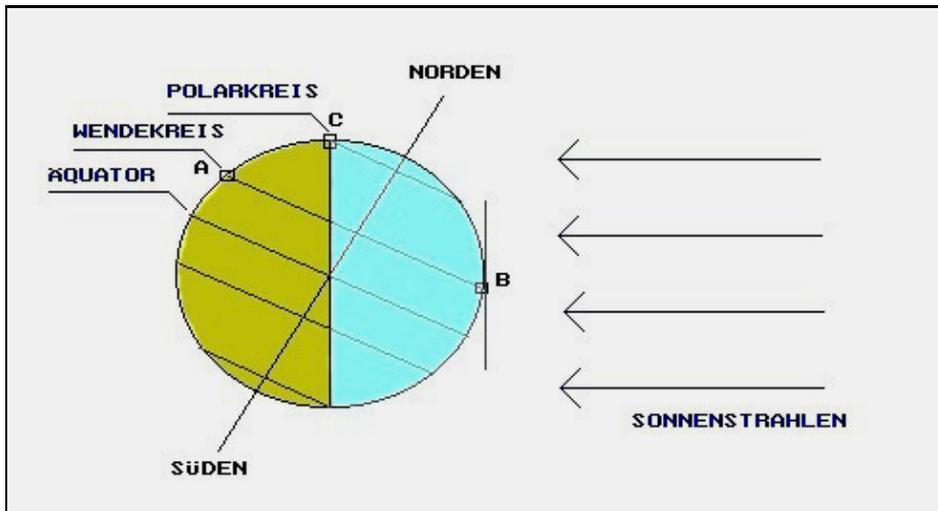
((Sommer, Winter))

Zuerst das richtige Wort bestimmen und dann in das Lückenfeld schreiben.

Welche Jahreszeit herrscht im Bild auf der nördlichen Erdhälfte, Sommer oder Winter ?

Antwort: [_____]

#2.13



((**Tag, Nacht**))

Zuerst das richtige Wort bestimmen
und dann in das Lückenfeld schreiben.

Was dauert im vorliegenden Bild
auf der nördlichen Erdhälfte länger,
Tag oder Nacht ?

Antwort: [_____]

#2.14

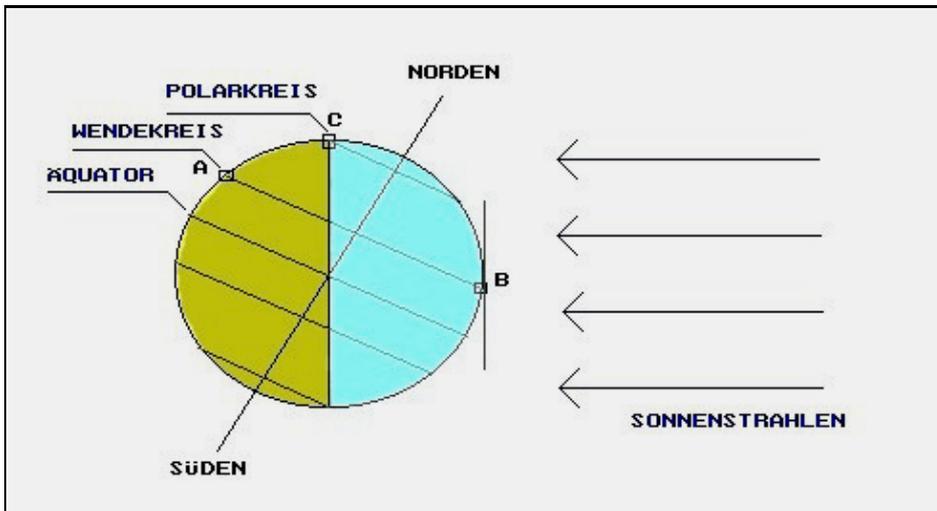
((**Tag, Nacht**))

Zuerst das richtige Wort bestimmen
und dann in das Lückenfeld schreiben.

Was dauert im vorliegenden Bild
auf der südlichen Erdhälfte länger,
Tag oder Nacht ?

Antwort: [_____]

#2.15

((**Mittag, Mitternacht**))

Zuerst das richtige Wort bestimmen
und dann in das Lückenfeld schreiben.

Wie spät ist es im Punkt A
der Erdoberfläche ?

Antwort: [_____]

#2.16

((**Mittag, Mitternacht**))

Zuerst das richtige Wort bestimmen
und dann in das Lückenfeld schreiben.

Wie spät ist es im Punkt B
der Erdoberfläche ?

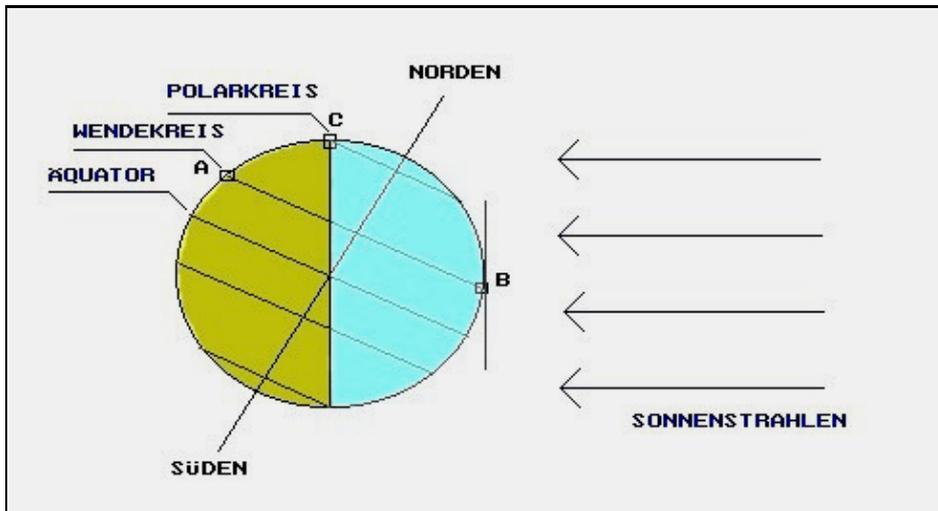
Antwort: [_____]

#2.17

Wie groß ist der Winkel zwischen
Sonnenstrahlen und Erdoberfläche
im Punkt C ?

Antwort: [_____] °

#2.18



((**Tag, Nacht**))

Zuerst das richtige Wort bestimmen
und dann in das Lückenfeld schreiben.

Was herrscht im Sommer in allen
Punkten der Erde, die nördlich des
nördlichen Polarkreises liegen ?

Antwort: [_____]

#2.19

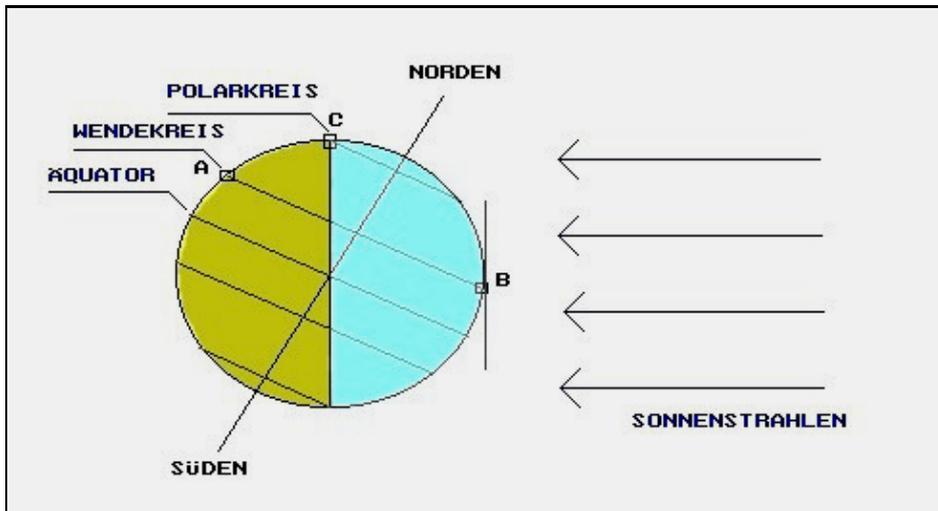
((**Tag, Nacht**))

Zuerst das richtige Wort bestimmen
und dann in das Lückenfeld schreiben.

Was herrscht im Winter in allen
Punkten der Erde, die südlich des
südlichen Polarkreises liegen ?

Antwort: [_____]

#2.20



Wie groß ist der Winkel zwischen Sonnenstrahlen und Erdoberfläche im Punkt B ?

Antwort: [_____] °

#2.21

Jener nördliche Breitenkreis, wo die Sonne im Sommer zur Mittagszeit im Zenit steht, heißt nördlicher **Wendekreis**. Im Zenit hat die Sonne ihren höchsten Stand erreicht und ihre Strahlen sind dort normal auf die Erdoberfläche. Im Bild ist das bei Punkt B der Fall.

#2.22

Die so genannten Breitengrade β :

Für den Nordpol gilt: $\beta = 90^\circ\text{N}$

Für alle Punkte am nördlichen Polarkreis gilt: $\beta = 67^\circ\text{N}$

Für alle Punkte am nördlichen Wendekreis gilt: $\beta = 23^\circ\text{N}$

Für alle Punkte Äquator gilt: $\beta = 0^\circ$

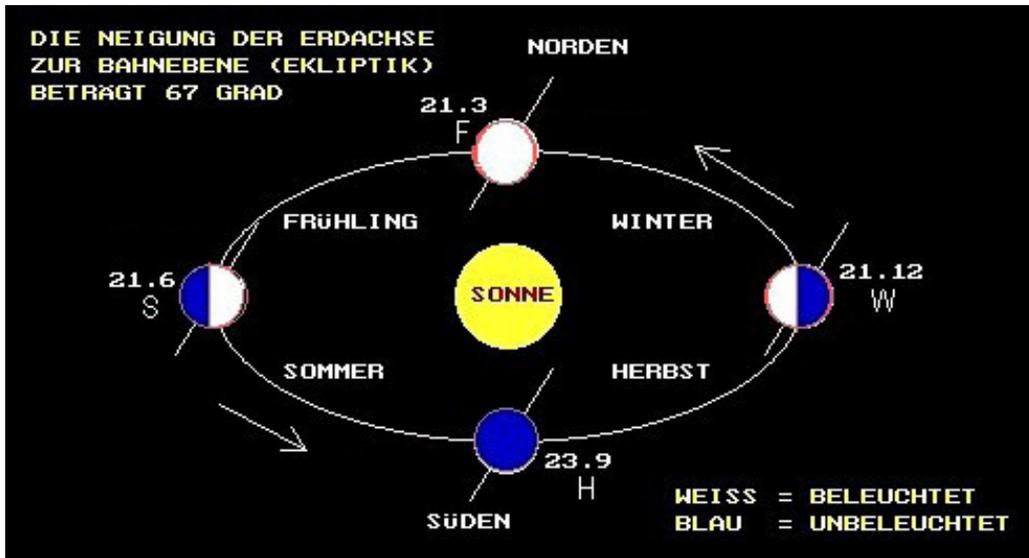
Für alle Punkte am südlichen Wendekreis gilt: $\beta = 23^\circ\text{S}$

Für alle Punkte am südlichen Polarkreis gilt: $\beta = 67^\circ\text{S}$

Für den Südpol gilt: $\beta = 90^\circ\text{S}$

Die genaue Ermittlung der Breitengrade wird im dritten Teil ausführlich beschrieben.

#2.23



Die Abbildung zeigt die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne in den vier Jahreszeiten-Positionen Frühling (F), Sommer (S), Herbst (H), Winter (W). (F, S, H, W beziehen sich auf die nördliche Halbkugel.)

#2.24

((F, S, H, W))

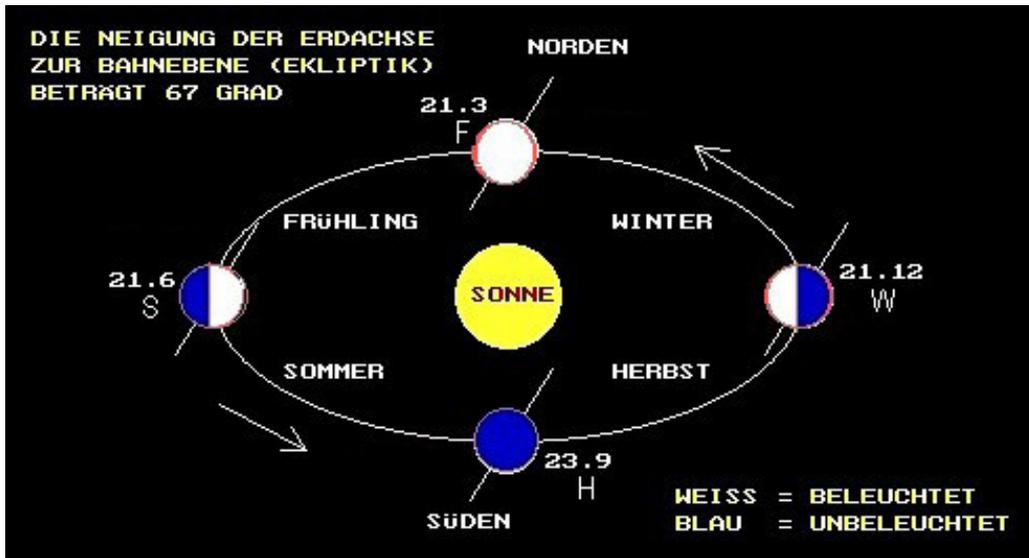
Zuerst den Buchstaben bestimmen und dann in das Lückenfeld schreiben.

In welchen zwei Punkten (F,S,H,W) der Umlaufbahn sind für alle Orte der Erde der Tag und die Nacht gleich lang ?

Punkte in alphabetischer Reihenfolge und durch einen Beistrich getrennt eingeben !

Punkte: [_____]

#2.25



Die Abbildung zeigt die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne in den vier Jahreszeiten-Positionen Frühlings (F), Sommer (S), Herbst (H), Winter (W). (F, S, H, W beziehen sich auf die nördliche Halbkugel.)

#2.26

((F, S, H, W))

In welchem Punkt (F,S,H,W) der Umlaufbahn der Erde gibt es auf der nördlichen Halbkugel den kürzesten Tag (längste Nacht) ?

Punkt: [_____]

#2.27

((F, S, H, W))

In welchem Punkt (F,S,H,W) der Umlaufbahn der Erde gibt es auf der nördlichen Halbkugel den längsten Tag (kürzeste Nacht) ?

Punkt: [_____]

#2.28

Der Breitenkreis, der jene nördliche Polkappe begrenzt, auf der im Winterpunkt die Sonne niemals aufgeht (**Polarnacht**), heißt der nördliche Polarkreis. Genau so gibt es natürlich auch einen südlichen Polarkreis.

Die Tatsache, dass die Sonneneinstrahlung und damit auch die Erwärmung in verschiedenen Punkten der Erdbahn verschieden ist, bewirkt somit die Entstehung der **Jahreszeiten**.

Wie wir gesehen haben, ist die Ursache davon die so genannte Schiefe der **Ekliptik**.

#2.29

In Wirklichkeit ist die Umlaufbahn der Erde kein idealer **KREIS**, in dessen Mittelpunkt die Sonne steht. Tatsächlich befindet sich die Sonne ein kleines Stück daneben. Eine solche Umlaufbahn nennt man **ELLIPSE**, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Die Ellipse ist jedoch sehr kreisähnlich.

Daher dauern das Winterhalbjahr und das Sommerhalbjahr nicht gleich lang. Deswegen ist der Winter um sieben Tage kürzer als der Sommer.

#2.30

In Wirklichkeit beträgt die Umlaufzeit der Erde um die Sonne genau **365.25** Tage.

Unser Kalenderjahr hat aber nur **365** Tage. Es ist daher kürzer als die Umlaufzeit.

Damit das Kalenderjahr wieder mit der Umlaufzeit übereinstimmt, muss nach wievielen Jahren immer ein so genanntes Schaltjahr mit genau **366 Tagen eingeschaltet werden ?**

Antwort: Immer nach [_____] Jahren.

#2.31

In Wirklichkeit ist die Erde keine ideale **KUGEL**, sondern an den Polen abgeplattet und am Äquator dicker.

Diese geringfügige Deformation ist eine Folge der **Rotation**. Bei rotierenden Körpern tritt nämlich eine Fliehkraft auf, welche umso stärker ist, je größer der Abstand von der Drehachse ist.

So wurde im Laufe von Millionen von Jahren die Erdmasse am Äquator auseinander gezogen und an den Polen abgeplattet. Den entstandenen Körper nennt man **ELLIPSOID**.

#2.32

Damit sind wir am Ende des **zweiten Teils** unserer Einführung in die Erdkunde angelangt.

Ein **dritter Teil** beschäftigt sich mit der Frage, wie man den Ort eines Punktes auf der Erdoberfläche bestimmen kann. Dabei werden **geografische Breite** und **geografische Länge** genau erklärt.

#2.33

ENDE von Teil 2

#3.01/3.02

Unsere ERDE

Teil 3: Geografische Breite und Länge

In dem Lernprojekt werden zuerst wichtige Sachverhalte erklärt und dann dazu insgesamt 57 Fragen gestellt. Die gewünschten Antworten können in die Lückenfelder oder besser mit den Fragenummern zusammen auf ein Blatt Papier geschrieben werden. Alle richtigen Antworten befinden sich auf der letzten Seite.

Mathematische Ausdrücke sollen mit einem Taschenrechner auf zwei Stellen gerundet berechnet werden.

Beispiel: Berechne das Volumen $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ einer Kugel mit dem Radius $r = 6.37 \text{ cm}$.

Antwort: $V = 1082.70 \text{ cm}^3 (\approx 1\text{Liter})$.

#3.03

In diesem dritten Teil des Lernprojektes über unseren Planeten ERDE geht es um das wichtige Problem der geografischen ORTS-Bestimmung.

Wie lässt sich die Lage eines Ortes auf der Erdoberfläche ermitteln ?

Wie lassen sich auf einer Kugeloberfläche die Koordinaten eines Punktes bestimmen ?

Diese Fragen sind für Schifffahrt und Flugfahrt von wichtiger Bedeutung. Wir wollen sie nun erörtern.

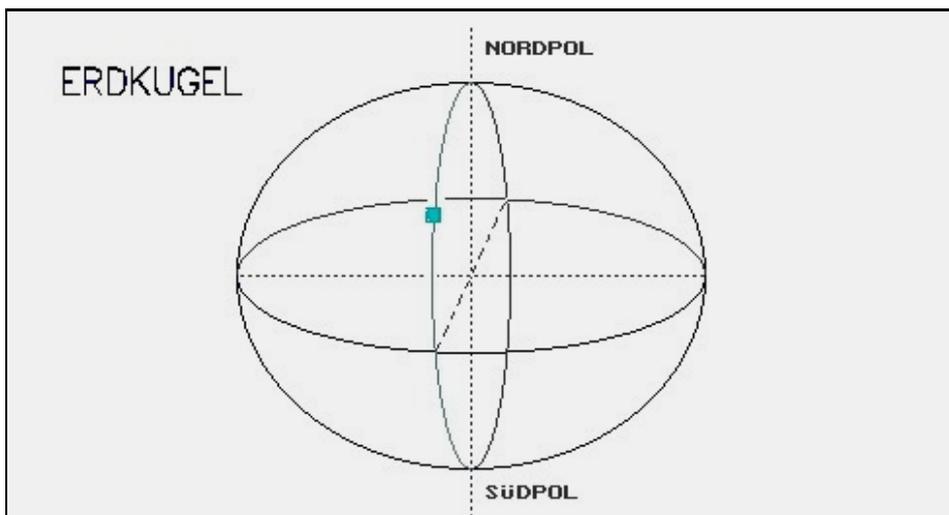
#3.04

Die Erdkugel wandert nicht nur in einem Jahr um die Sonne - sie dreht sich auch in 24 Stunden um jene Achse, die durch den **Nordpol** (N) und den **Südpol** (S) geht. Dadurch entsteht der periodische Wechsel von Tag und Nacht.

Alle Kreise auf der Kugeloberfläche, die durch die beiden Pole gehen, heißen **Längenkreise** oder Meridiane.

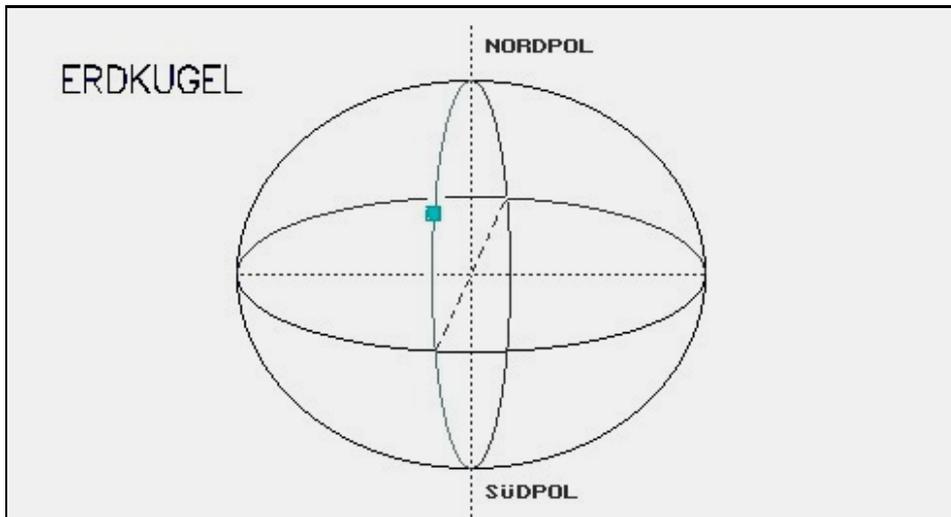
Alle Kreise auf der Kugeloberfläche, deren Ebenen auf die Drehachse normal stehen, heißen **Breitenkreise**. Der größte davon liegt in der Kugelmitte und heißt **Äquator**.

#3.05



Jener Großkreis, der durch die beiden Pole und durch den Ort Greenwich bei London geht, ist ein besonderer Längenkreis. Er wird Nullmeridian genannt.

#3.06

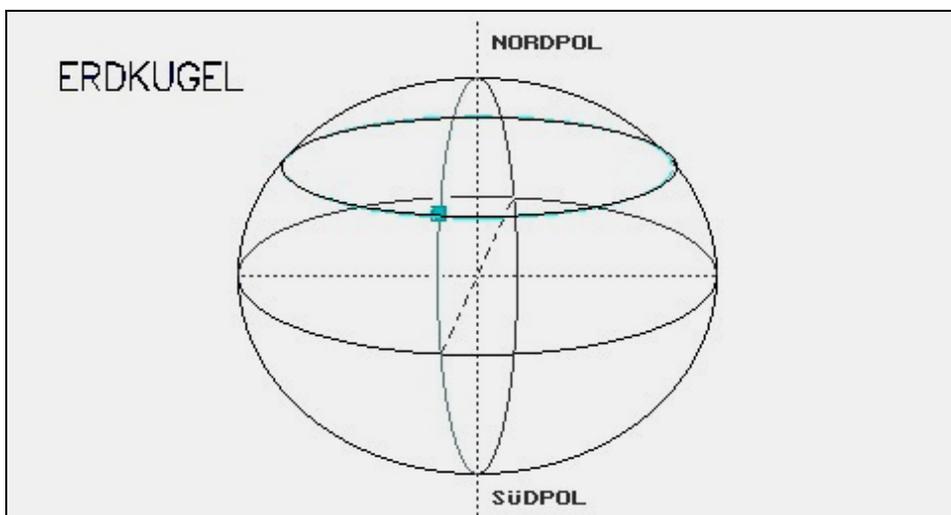


Der größte Breitenkreis, dessen Ebene normal auf die Drehachse steht, ist ein besonderer Breitenkreis.

Wie heißt er ?

Antwort: [_____]

#3.07



Wie liegt der Äquator zu jenem Breitenkreis, der durch den markierten Ort auf der Erdoberfläche geht ?

Antwort: [_____]

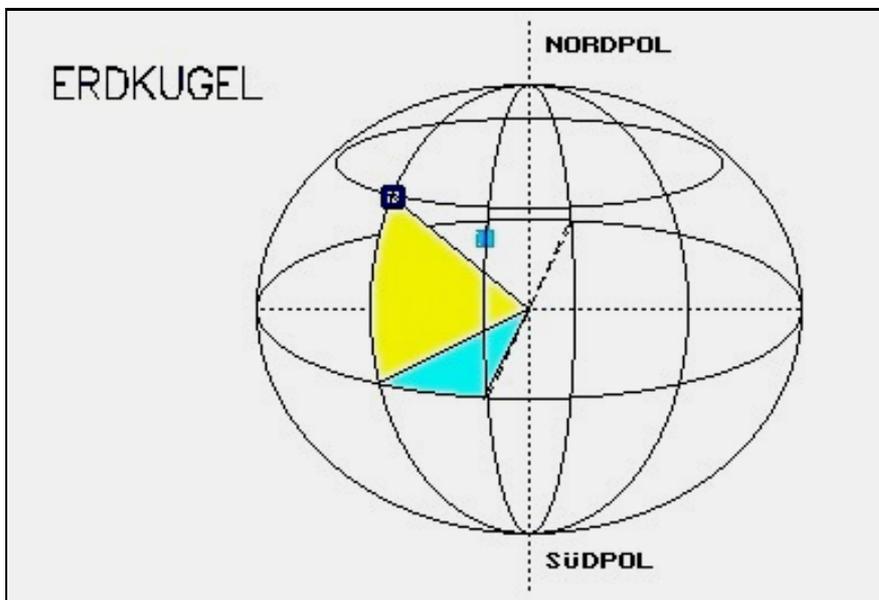
#3.08

In der letzten Grafik wurde auf der Erdkugel ein Ort markiert. Wie kann man nun die Position dieses Ortes bestimmen ?

- (1) Es werden durch den Ortspunkt auf der Kugeloberfläche der **Breitenkreis** und der **Längenkreis** gezogen.
- (2) Dann wird der Ort mit dem Kugelmittelpunkt verbunden.
- (3) Zuletzt werden die dadurch gebildeten **Winkeln** gemessen.

Die folgende Grafik soll diesen Sachverhalt veranschaulichen.

#3.09

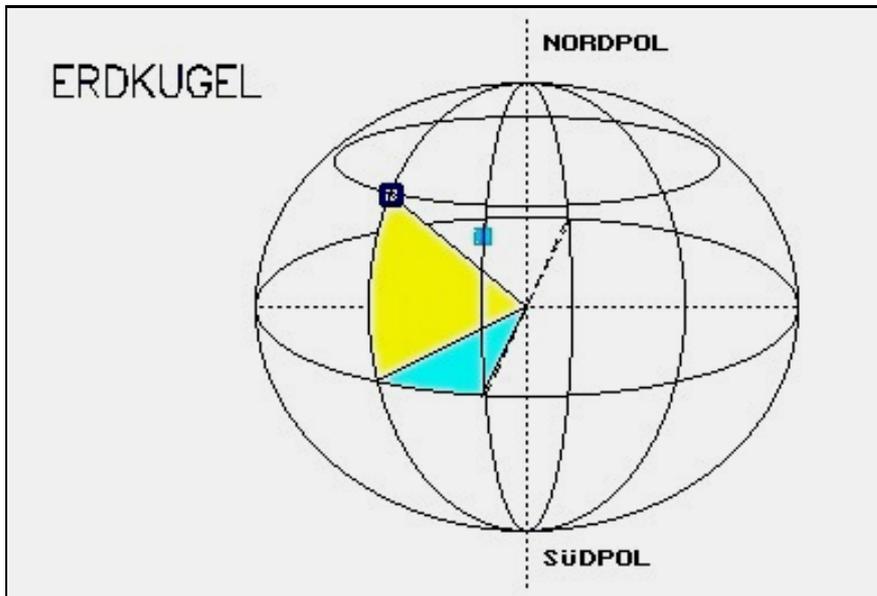


Auf der Erdoberfläche ist ein Ortspunkt kleiner und blau markiert. Ein zweiter Ortspunkt ist größer und schwarz markiert.

Der **gelbe Winkel** auf dem Längenkreis zwischen dem Äquator und dem Ort ist die **geografische Breite** (β) des Ortes.

Der **blaue Winkel** auf dem Äquator zwischen dem Nullmeridian und dem Längenkreis des Ortes ist die **geografische Länge** (λ).

#3.10



((0, 30, 50, 60, 90))

Zuerst die richtige Zahl bestimmen
und dann in das Lückenfeld schreiben.

Schätze die nördliche Breite (β)
des größeren und schwarz markierten Ortes.

Antwort: $\beta = [\quad]^\circ$

#3.11

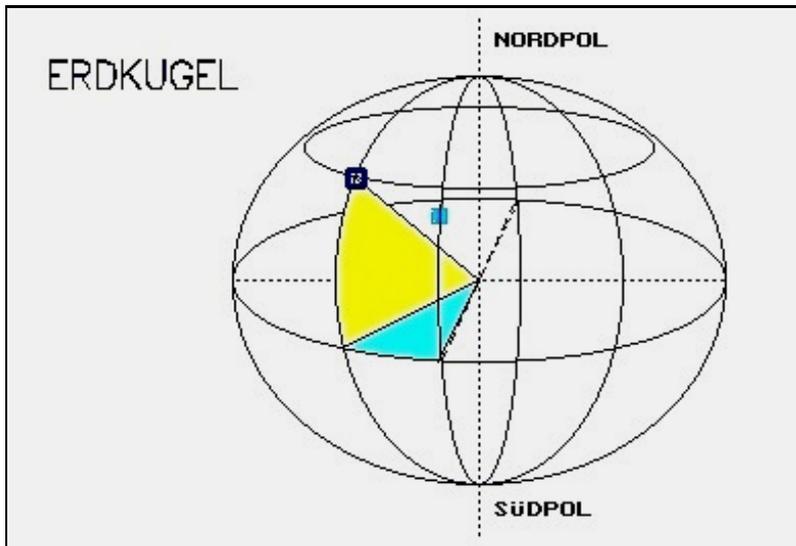
((0, 30, 50, 60, 90))

Zuerst die richtige Zahl bestimmen
und dann in das Lückenfeld schreiben.

Schätze die westliche Länge (λ)
des größeren und schwarz markierten Ortes.

Antwort: $\lambda = [\quad]^\circ$

#3.12



((0, 30, 50, 60, 90))

Zuerst die richtige Zahl bestimmen
und dann in das Lückenfeld schreiben.

Der größere, schwarz markierte Ort hat die nördliche Breite $\beta = 60^\circ$.
Der kleinere, blau markierte Ort "Greenwich" in England liegt auf
dem Nullmeridian und hat daher die geografische Länge $\lambda = 0^\circ$.

Wie groß ist die nördliche
Breite β von Greenwich ?

Antwort: $\beta = [\quad]^\circ$

#3.13

Damit ist das Problem der Ortsbestimmung auf der Erdoberfläche gelöst. Jedem Ortspunkt werden genau zwei Koordinaten zugeordnet: Die geografische Breite β und die geografische Länge λ .

Um dabei die entsprechende Himmelsrichtung (N,S) anzuzeigen, kann ein entsprechendes Vorzeichen (+,-) vorangestellt werden.

- $-90^\circ \leq \beta \leq 0^\circ$... südliche Breite (S)
- $0^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$... nördliche Breite (N)
- $-180^\circ \leq \lambda \leq 0^\circ$... westliche Länge (W)
- $0^\circ \leq \lambda \leq 180^\circ$... östliche Länge (E)

Die Koordinaten von Greenwich können somit auf zwei Arten angegeben werden: Entweder mit Himmelsrichtung ($50^\circ\text{N} / 0^\circ$) oder mit Vorzeichen ($+50^\circ / 0^\circ$).

#3.14

Die geografischen Koordinaten eines Ortes werden meistens in Grad ($^{\circ}$), Minuten ($'$) und Sekunden ($''$) angegeben. Dabei enthält 1° genau $60'$ und $1'$ enthält $60''$. Beispielsweise ist die exakte Breite von New York $40^{\circ}43'17''$ N. Meistens erfolgt die Maßangabe aber nur auf Minuten genau.

Wird eine solche Winkelangabe in Grad umgewandelt, so ist das Ergebnis eine mehrstellige Dezimalzahl, die sich aus einer einfachen Schlussrechnung ergibt.

Wandle die geografische Breite von New York in Grade um.
(Auf zwei Dezimalstellen gerundet.)

Anleitung: Verwende den Taschenrechner und berechne damit die Formel $\beta = 40 + 43/60 + 17/3600$ auf zwei Dezimalstellen gerundet. Schreibe das Ergebnis in das Lückenfeld.

Antwort: $\beta = [\quad]^{\circ}$

#3.15

Geografische Koordinaten für einige wichtige Orte der Erde:

Moskau	$55^{\circ}54'$ N / $37^{\circ}35'$ E
Wien	$48^{\circ}12'$ N / $16^{\circ}22'$ E
Berlin	$52^{\circ}31'$ N / $13^{\circ}24'$ E
London	$51^{\circ}28'$ N / $00^{\circ}00'$ E
New York	$40^{\circ}43'$ N / $74^{\circ}01'$ W
Los Angeles	$34^{\circ}03'$ N / $118^{\circ}15'$ W
Buenos Aires	$34^{\circ}35'$ S / $58^{\circ}27'$ W
Kapstadt	$33^{\circ}55'$ S / $18^{\circ}22'$ E
Tokio	$35^{\circ}40'$ N / $139^{\circ}46'$ E
Sydney	$33^{\circ}52'$ S / $151^{\circ}13'$ E

Berechne den Unterschied (d) der geografischen Längen von Wien und New York (in Graden und auf zwei Dezimalstellen gerundet).

Anleitung: $d = (16+22/60) + (74+1/60)$.

Antwort: $d = [\quad]^{\circ}$

#3.16

Bevor wir uns der Erdkarte mit ihrem Koordinatennetz zuwenden, noch einige Zeit-Berechnungen:

Die Erdkugel dreht sich in **24 Stunden** um ihre Achse. Dabei wird ein voller Winkel von **360°** überstrichen.

Welchem Winkel (d.h. wie vielen Längengraden) entspricht somit genau 1 Stunde ?

Antwort: 1 Stunde = [_____] °

#3.17

Die Erde überstreicht bei ihrer täglichen Drehung in einer Stunde somit genau 15 Längengrade.

Das bedeutet, dass der Sonnenaufgang jeweils um eine Stunde später erfolgt, wenn man sich um 15° westwärts bewegt.

Auf diese Weise wird die gesamte Erde in gleich-lange Zeit-Zonen eingeteilt, innerhalb derer die gleiche Uhrzeit gilt und zwischen denen ein Zeitsprung von einer Stunde erfolgt.

Berechne die Differenz (d) in der Uhrzeit zwischen der Stadt **Wien (48°12' N / 16°22' E)** und der Stadt **New York (40°43' N / 74°01' W)**.

Anleitung: $d = [(16 + 22/60) + (74 + 1/60)] / 15$

Antwort: d = [_____] °

#3.18

Die beiden Orte **Eisenstadt (47°51' N / 16°31' E)** und **Bregenz (47°30' N / 9°46' E)** liegen am östlichen und westlichen Rand von Österreich. Sie liegen fast genau am selben Breitenkreis und sind 600 km voneinander entfernt.

Berechne, um wie viele Minuten Uhrzeit (z) die Sonne in Bregenz später aufgeht als in Eisenstadt.

Anleitung: $z = [(16 + 31/60) - (9 + 46/60)] / 15 * 60$

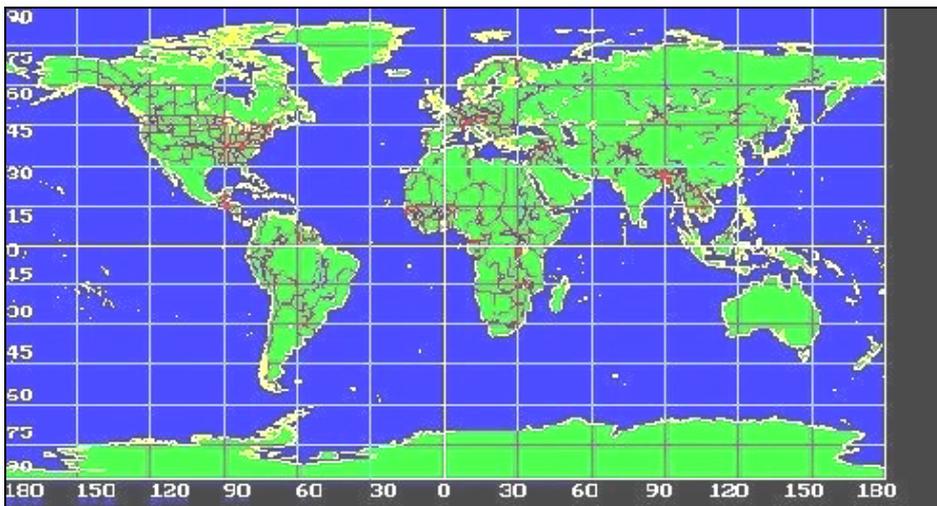
Antwort: z = [_____] Minuten.

#3.19

Zum Abschluss unserer Betrachtungen wollen wir die Oberfläche der Erdkugel auf eine Ebene abbilden, so dass jedem Kugelpunkt genau ein Ebenenpunkt entspricht. Im Laufe der Geschichte haben die Mathematiker verschiedene Abbildungsverfahren entwickelt, um zu einer brauchbaren Erdkarte zu gelangen.

Weit verbreitet in der Kartographie ist die so genannte **MERCATOR-Projektion**, bei welcher die Längen- und Breitengrade der Kugel auf normalstehende Gerade der Kartenebene abgebildet werden. Die Abbildung ist winkeltreu, jedoch treten bei wachsenden Breiten immer größere Distanz-Verzerrungen auf.

#3.20



Welche zwei Kontinente durchschneidet der Äquator ?

Schreibe ihre Namen, von Osten nach Westen gehend, in die zwei Lückenfelder.

Erstes Kontinent = [_____]

Zweites Kontinent = [_____]

#3.21

Wie heißt der Ort in England, durch den der Nullmeridian verläuft ?

Antwort: [_____]

#3.22



Bestimme von dem markierten Ort seine Breite, seine Länge und das politische Land. (z.B. für Sydney: 34°S, 151°E, Australien).

Breite =

Länge =

Land =

#3.23



Bestimme von dem markierten Ort seine Breite, seine Länge und das politische Land. (z.B. für Sydney: 34°S, 151°E, Australien).

Breite =

Länge =

Land =

#3.24



Schätze die Zeitdifferenz (4, 8, 12 h) und die Entfernung (3000, 9000, 15000 km) der zwei Orte Wien (48°N , 16°O) und Tokio (35°N , 139°O).

Äquatorlänge = 40000 km, und Erdrotation in 24 h.

Zeitdifferenz = [] h.

Entfernung = [] km.

#3.25



Schätze die Zeitdifferenz (4, 6, 8 h) und die Entfernung (7000, 10000, 13000 km) der zwei Orte Wien (48°N , 16°O) und New York (40°N , 74°W).

Äquatorlänge = 40000 km, und Erdrotation in 24 h.

Zeitdifferenz = [] h.

Entfernung = [] km.

#3.26



Schätze die Zeitdifferenz (0, 2, 4 h) und die Entfernung (4000, 12000, 20000 km) der zwei Orte Wien (48°N, 16°O) und Kapstadt (33°S, 18°O).

Äquatorlänge = 40000 km, und Erdrotation in 24 h.

Zeitdifferenz = [_____] h.

Entfernung = [_____] km.

#3.27

Die Oberfläche einer Kugel wird berechnet nach der Formel $O = 4 \cdot \pi \cdot R^2$.

Dabei ist der Erdradius $R = 6370$ km.

Berechne die Oberfläche der Erdkugel (auf ganze Zahlen gerundet). Verwende den Taschenrechner und schreibe das Ergebnis in das Lückenfeld.

Oberfläche $O = [\text{_____}] \text{ km}^2$

#3.28

Die Erdoberfläche beträgt also ca. 510 000 000 km². Die Fläche von Österreich ist 84 000 km².

Berechne, wie oft Österreich in die ganze Erdoberfläche hineinpasst. (Runde dabei auf ganze Zahlen).

Antwort: [_____] Mal.

#3.29

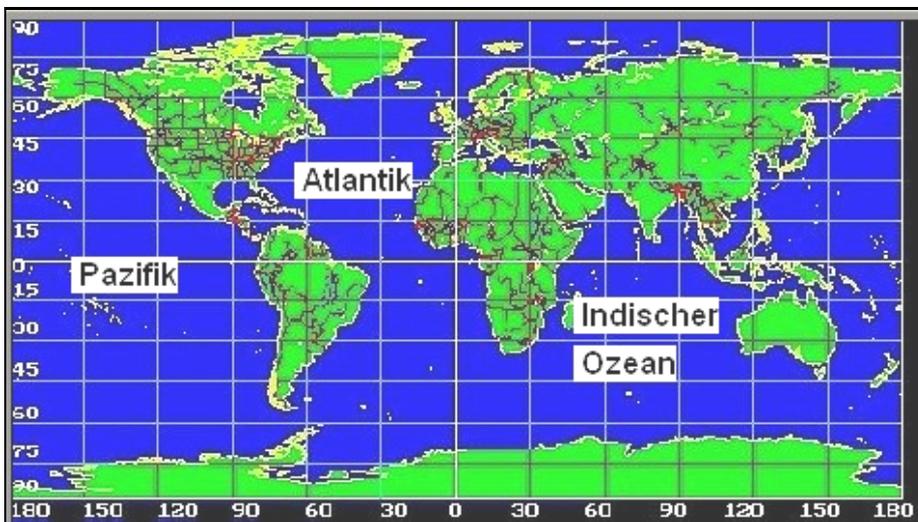
Die ganze Erdoberfläche beträgt ca. 510 000 000 km².
Das Wasser umfasst eine Fläche von 360 700 000 km².

Der überwiegende Anteil des Wassers befindet sich dabei auf der südlichen Halbkugel.

Berechne den Prozentsatz des Wassers von der gesamten Erdoberfläche (auf ganze Zahlen gerundet).

Wasser = [] %

#3.30



Die Flächen der drei Ozeane auf unserer Erdkugel sind:

180 000 000 km² - 106 000 000 km² - 75 000 000 km².

Welcher Ozean hat die größte Fläche ?

(a) Atlantik , (b) Pazifik , (c) Indischer Ozean

Antwort: []

#3.31

Welche vier Kontinente begrenzen den Atlantik ?
(In alphabetischer Folge eingeben)

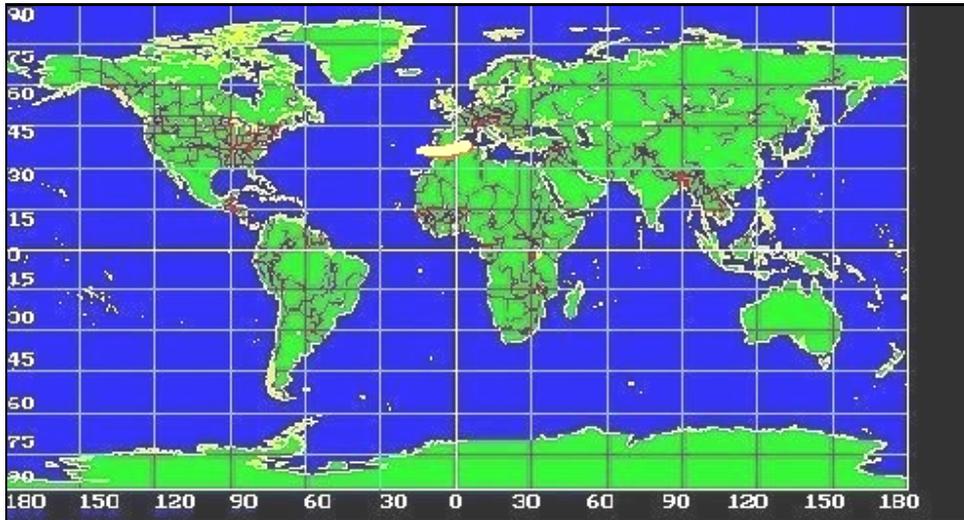
1. Kontinent = []

2. Kontinent = []

3. Kontinent = []

4. Kontinent = []

#3.32



Wie heißt die Meerenge, die das Mittelmeer mit dem Atlantik verbindet ?

Das ist die Straße von [_____].

#3.33



Wie heißt der Kanal, der das Mittelmeer mit dem indischen Ozean verbindet ?

Das ist der Kanal von [_____].

#3.34



In der Grafik sind zwei Seewege von London nach Hongkong eingezeichnet.

- (1) Um Afrika herum
- (2) Durch das Mittelmeer

#3.35

In der internationalen Fracht-Schifffahrt spielt der Seeweg von London nach Hongkong eine sehr wichtige Rolle. In früheren Jahrhunderten mussten die Schiffe um Afrika herum fahren und legten dabei 24 700 km zurück. Durch den Bau des Suezkanals mussten die Schiffe nur mehr 17 900 km fahren.

Berechne die Wegverkürzung und damit natürlich auch die Verbilligung der Frachtkosten in Prozenten. (Auf ganze Zahlen gerundet).

Die Verbilligung beträgt [_____] %.

#3.36

ENDE von Teil 3

Richtige Antworten von Teil 1

- #1.05: [b]
- #1.06: [b]
- #1.09: [c]
- #1.12: [4]
- #1.13: [2]
- #1.15: [6]
- #1.16: [9]
- #1.17: [2.51]
- #1.18: [8.33]
- #1.19: [107 589]
- #1.20: [3 680]
- #1.22: [5.51]
- #1.23: [3.34]
- #1.24: [1.41]

Richtige Antworten von Teil 2

- #2.03: [40 024]
- #2.05: [Äquator]
- #2.06: [parallel]
- #2.11: [Winter]
- #2.12: [Sommer]
- #2.13: [Tag]
- #2.14: [Nacht]
- #2.15: [Mitternacht]
- #2.16: [Mittag]
- #2.17: [0]
- #2.18: [Tag]
- #2.19: [Nacht]
- #2.20: [90°]
- #2.24: [F; H]
- #2.26: [W]
- #2.27: [S]
- #2.30: [4]

Richtige Antworten von Teil 3

- #3.06: [Äquator]
- #3.07: [parallel]
- #3.10: [60°]
- #3.11: [30°]
- #3.12: [50°]
- #3.14: [40.72°]
- #3.15: [90.38°]
- #3.16: [15°]
- #3.17: [6.03°]
- #3.18: [27]
- #3.20: [Afrika; Südamerika]
- #3.21: [Greenwich]
- #3.22: [30°N; 120°E; China]
- #3.23: [30°S; 60°; Argentinien]
- #3.24: [8; 15 000]
- #3.25: [6; 10 000]
- #3.26: [0; 12 000]
- #3.27: [509 904 364]
- #3.28: [6071]
- #3.29: [71%]
- #3.30: [b]
- #3.31: [Afrika; Europa; Nordamerika; Südamerika]
- #3.32: [Gibraltar]
- #3.33: [Suez]
- #3.35: [28%]