

# KINÄSTHETISCHE ASTRONOMIE

Cherilynn Morrow und Michael Zawaski  
übersetzt und bearbeitet von Annemarie Buck



## Sky-Time

Die astronomische Bedeutung eines  
Tages, Jahres und der Jahreszeiten

Lieber Erzieher,

hiermit präsentieren wir Ihnen bedeutende Verbesserungen einer Reihe von innovativen, empirisch erprobten Stunden, die wir „kinästhetische Astronomie“ nennen. Die *Sky-Time-Stunde* vereint das astronomische Wissen der Schüler über Tag, Jahr und Jahreszeiten. Wie jede kinästhetische Stunde lehrt sie grundlegende astronomische Konzepte durch einstudierte körperliche Bewegungen und Positionen, die erzieherische Sinneserfahrungen hervorrufen.

Kinästhetische Astronomie-Stunden sind sowohl wissenschaftlich als auch unterhaltsam. Sie wurden für Sechstklässler bis hin zu erwachsenen Lernenden und sowohl für formelle als auch informelle Lernumgebungen entworfen. Es werden astronomische Konzepte und Phänomene dargestellt, die den Menschen schon in ihrem täglichen Leben begegnet sein können, wie z.B. die Zeit, die Jahreszeiten und die Bewegung der Sonne, des Mondes, der Sterne und der Planeten über den Himmel. Die kinästhetische Unterrichtseinheit ist auf die nationalen Bildungsstandards der Naturwissenschaften ausgerichtet und erfüllt diese mit witzigen und erzieherischen Übungen. Unsere Stunden bieten einen kompletten Lernzirkel mit der Möglichkeit zu schriftlichen Lernzielkontrollen, die während des Unterrichts eingeschoben werden können.

Tests mit Schülern, die nicht wissenschaftlich orientiert sind, Grundschulern und deren Naturwissenschaftslehrern, mit jüngeren weiblichen Pfadfindern, mit Museumsführern und Nachhilfelehrern haben Belege dafür geliefert, dass die kinästhetischen Techniken es den Lernenden erlauben, die Konzepte, die auf konventionelleren Wegen, z.B. durch Bücher oder Computeranimationen sehr viel schwieriger zu lernen sind, durch ein gutes intuitives Begreifen zu verstehen.

Feldtests der *Sky-Time-Unterrichtseinheit* haben uns auch veranlasst, bedeutende Änderungen zur vorherigen Version vorzunehmen. Dies schließt Folgendes ein:

- 1) Den Südpol zum Becken zurück zu platzieren (anstelle der Fußsohlen)
- 2) Die Tageszeiten auf den „Meridian“ (siehe S. 10) der Schüler auszulegen (anstatt auf „ihre“ Nase)
- 3) Die Jahreszeiten-Zeichen nicht um den Hals der Schüler zu hängen
- 4) Die „O“ und „W“ Zeichen zu verwenden und die Sternzeichen als gängige Prozedur mit einzubauen.

Ebenso haben wir einige Abbildungen angefügt, die Ihnen helfen sollen, den Beginn der Stunde effektiv zu gestalten.

Als wichtigste Hilfe haben wir die Arbeitsblätter zur Einschätzung des Lernerfolgs der *Sky-Time-Stunde* wesentlich verstärkt. Dies hilft den Schülern ihr kinästhetisches und visuelles Lernen in die verbal-lingualen und mathematisch-logischen Gebiete der Ausdrucksfähigkeit zu übertragen. Diese Verbesserungen ermöglichen dem Lehrer, den Prozess des Verstehens der Schüler, der sich durch die Stunde zieht, besser nachvollziehen zu können.

Wir hoffen, Sie profitieren von unserem Bemühen, die *Sky-Time-Unterrichtseinheit* für Sie und Ihre Schüler zugänglicher und brauchbarer zu machen.

Cherilynn Morrow  
Michael Zawaski  
Boulder, Colorado  
10. August 2004

Titelfotos, Grafiken und Zeichnungen:

Links: Cherilynn Morrow leitet eine Gruppe Lehrer und Astronomen in einem Workshop der *Sky-Time-Stunde* auf dem Kongress der amerikanischen Astronomiewissenschaft in Atlanta 2000 an. (Foto von Christy Edwards und Jesper Schou)

Rechts: Michael Zawaski leitet die *Sky-Time-Stunde* für Schüler der Eagle Rock High School (eine Highschool für gefährdete Schüler in Estes Park, Colorado). In der Umgebung von Vedauvoo, WY. (Foto von Cherilynn Morrow)

Das Titelblatt wurde von Tyson Brawley erstellt. Alle Zeichnungen wurden von Andrew Sanchez angefertigt.

Letzte Neuerungen zur kinästhetischen Astronomie finden Sie unter: <http://www.space-science.org>.

# INHALTSVERZEICHNIS

## I. GLEICH GEHT'S LOS:

BESCHREIBUNG DER STUNDE UND LERNZIELE

MATERIALIEN UND VORBEREITUNG DER STUNDE

HINTERGRUNDWISSEN UND ALLGEMEINE FEHLVORSTELLUNGEN

## II. DER STUNDENVERLAUF:

1. VORSTELLUNGEN DER SCHÜLER UND EINSCHÄTZUNG DES VORWISSENS

2. AKTIVITÄTEN IN DEN STUNDEN UND ANWENDUNGSGEBIETE

2a) Der Beginn der kinästhetischen Astronomie-Stunde

2b) Die astronomische Bedeutung von Tag und Nacht

2c) Die astronomische Bedeutung eines Jahres (einschließlich der Gründe für die Entstehung der Jahreszeiten)

2d) Anwendungen/Einschätzung des neu erworbenen Wissens über Tag und Jahr

3. ERWEITERUNGSSTUNDEN

4. LITERATURHINWEISE UND RESSOURCEN

5. HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN

## III. HINWEISE ZU DEN EINSCHÄTZUNGSBÖGEN DER SKY-TIME-STUNDE

## IV. REQUISITEN DER KINÄSTHETISCHEN ASTRONOMIE

**Danksagung:** Wir danken dem NASA IDEAS Programm, das uns die entscheidende Anregung zur weiteren Entwicklung der Sky-Time- Stunde gab. Ebenso danken wir den Mitarbeitern des Space Science Institute (Boulder,CO) für ihre Fürsprache. Wir wollen den Erziehern und Lernenden besonderen Dank aussprechen, die mit uns zusammengearbeitet und uns inspiriert haben, die kinästhetische Astronomie und die Sky-Time- Stunde zu verbessern. Es sind zu viele, um alle hier zu nennen, aber anbei seien einige der Organisationen genannt: Sunset Middle School (Longmont, CO), Eagle Rock High School (Estes Park, CO), Western State College (Gunnison, CO), Outward Bound West (Golden CO), the National Outdoor Leadership School (Lander, WY), the Mile-Hi Girl Scout Council (Denver, CO), the Clark Planetarium (Salt Lake City, UT), Project ASTRO, National Optical Astronomy Observatories (Tucson, AZ), the Aspen Center for Environmental Studies, the Exploratorium (San Francisco), the Denver Museum of Nature and Science, the Boston Museum, the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (Boston), Flashback Video Productions (Boulder, CO), the Society for Advancement of Chicanos and Native Americans in Science (Albuquerque, NM), the CAPER team at the University of Arizona, and the Space Foundation (Colorado Springs).

## I. GLEICH GEHT'S LOS

### BESCHREIBUNG DER STUNDE:

In der modernen Welt wird Zeit mit Uhren und Kalendern verbunden statt mit den astronomischen Bewegungen, die eigentlich die natürliche Basis der Zeit sind. Durch eine Reihe von einfachen körperlichen Bewegungen bekommen Schüler einen Einblick in die Verbindung von Zeit und astronomischer Bewegung der Erde (Rotation um ihre Achse und Sonnenumlaufbahn) und den Einfluss der Bewegungen auf die unterschiedlichen Phänomene, die wir jeden Tag und jedes Jahr zu verschiedenen Tageszeiten am Himmel sehen. Außerdem kann die Stunde dazu verwendet werden, die Länge von Tag und Jahr auf anderen Planeten (z.B. dem Mars) zu verstehen. Die Stunde kann mit oder ohne Vertiefung der Gründe für die Jahreszeiten gehalten werden; aber sie ist auf jeden Fall eine ausgezeichnete Grundlage für das Verständnis der Jahreszeiten. Alle Angaben beziehen sich dabei auf die Nordhalbkugel der Erde.

**TEILNEHMER:** Unterstufe und älter

### ORT/LERNUMGEBUNG:

Der Platz, egal ob innen oder außen, muss groß genug sein, dass sich die Schüler in einen Kreis mit seitlich ausgestreckten Armen stellen können, ohne sich zu berühren. Für eine Klasse mit 25-30 Schülern benötigt man also einen Platz, der ungefähr so groß ist wie ein halbes Basketballfeld. Die Stunde funktioniert am besten, wenn mindestens acht Schüler teilnehmen.

**DAUER:** 3-6 Stunden, abhängig vom Vorwissen der Schüler und der Auswahl der Arbeitsblätter.

### NOTWENDIGE FERTIGKEITEN UND VORWISSEN:

1. Beobachtung der täglichen Bewegung der Sonne am Himmel
2. Kenntnis über die Platzierung der Erdenpole und des Äquators
3. Kenntnis über das Längen- und Breitengradnetz der Erde
4. Beobachtung, dass die Sonne im Winter tiefer, im Sommer höher steht
5. Kenntnis der Begriffe „Sonnenwende“ und „Tag-und-Nacht-Gleiche (Äquinox)“ und ihrer Kalenderdaten
6. Wissen, dass Sterne in unveränderlichen Mustern, die Sternbilder genannt werden, auftreten
7. Wissen über den Unterschied zwischen einem Planeten und einem Stern
8. Wissen, dass ein Kreis 360 Grad hat, und die Fähigkeit, einen Winkel von 45° und 90° abzuschätzen

### US-BILDUNGSSTANDARDS (Jahrgangsstufen 5-8):

Erde und Weltall: 1) Kenntnis der Positionen der Erde und der Sonne im Universum  
2) Kenntnis, wie die turnusmäßigen und berechenbaren Bewegungen der Erde und der Sonne mit Tag und Jahr zusammenhängen

### SPEZIFISCHE LERNZIELE:

1. Der Schüler soll einen Maßstab, mit dem man das korrekte Größenverhältnis für Sonne, Erde und den nächstgelegenen Stern angeben kann, und einen, mit dem man die richtigen Abstandsverhältnisse erklären kann, erläutern können.
2. Er soll beschreiben und verdeutlichen können, wie die Rotation der Erde um ihre Nord-Süd-Achse und der Umlauf der Erde um die Sonne mit Tag und Jahr zusammenhängen. Er soll die astronomische Bedeutung von Tag und Jahr auf andere Planeten übertragen und dabei die Begriffe Rotation und Umlaufbahn (Orbit) korrekt anwenden können.
3. Er soll erklären können, warum die Erdrotation der Grund dafür ist, dass die Sonne und die Sterne auf- und unterzugehen scheinen. Er soll erläutern können, wie man dies nachprüfen kann.
4. Er soll beschreiben können, wie die konstante Neigung des Nordpols zum entfernten Polarstern die Halbkugeln (Hemisphären) der Erde beeinflusst, so dass sich, in verschiedenen Jahreszeiten, die eine zur Sonne hinneigt und die andere von ihr wegneigt.
5. Er soll erklären können, warum wir in den verschiedenen Jahreszeiten unterschiedliche Sternbilder am Nachthimmel sehen.
6. Er soll begründen können, warum man heute Nacht in Deutschland dieselben Sterne sehen kann, wie man sie gestern Nacht in Alaska sehen konnte (vorausgesetzt, man betrachtet denselben Breitengrad).
7. Er soll begründen können, warum die konstante Neigung der Erdachse zum Polarstern dafür verantwortlich ist, dass die Sonne im Sommer höher, im Winter tiefer am Himmel steht und warum dies die Jahreszeiten erklärt. Er soll dieses Wissen auf einen anderen Planeten, wie z.B. den Mars, übertragen können. *(nur bei Vertiefung der Gründe für die Jahreszeiten)*

## VORBEREITUNG UND MATERIALIEN

Das „M“ weist auf die **Material-Seiten**, „AB“ auf die **Arbeitsblätter** der Sky-Time-Unterrichtseinheit im Anhang hin.

### Stützen einer kinästhetischen Lernumgebung

1. Ein kugelförmiger Gegenstand von der Größe einer großen Grapefruit mit ca. 14 cm Durchmesser
2. Die Kugel eines Kugelschreibers oder die Spitze eines Füllers
3. Ein Gegenstand, mit dem man die Sonne in der Kreismitte darstellen kann (z.B. ein Heliumballon oder ein Luftballon)
4. Zwölf Sternkreiszeichenbilder (am besten laminiert), ein Klebeband zu ihrer Befestigung an den Wänden, Stühlen bzw. dem Boden und die Anleitung für die Reihenfolge der Bilder [M 7 – M 20]  
Die Verwendung des Orion-Sternbildes ist freigestellt. [M 21 in Verbindung mit AB 20]
5. Ein Globus, um die Verteilung der Kontinente auf der Erde zu zeigen
6. Ein T-Shirt mit aufgemalter Weltkarte, Europa auf der Vorderseite und Alaska auf der Rückseite (*fakultativ*) [M 22 – M 23]
7. Einen Geburtstags- oder Partyhut (*fakultativ, aber eine einfache und lustige Bereicherung*)
8. Die vier Jahreszeiten-Schilder mit den Daten für die Sonnwenden und Tag-und-Nacht-Gleichen [M 3 – M 6]
9. Eine Taschenlampe oder andere Lichtquelle, die einen breiten Lichtstrahl wirft (*fakultativ: nur, wenn die Gründe für die Jahreszeiten vertieft werden sollen*)

### Für jeden Schüler wird bei kinästhetischen Aktivitäten Folgendes benötigt:

10. Ein „O“ und ein „W“ Fähnchen [M 1 – M 2] (Es können auch ähnliche Objekte oder Handzeichen verwendet werden, aber dies ist bei jüngeren Schülern nicht sinnvoll.)

### Für jeden Schüler (Einschätzungsbögen und Arbeitsblätter):

1. „Was weißt du schon?“ (Voreinschätzungsbogen) [AB 1 - AB 3]
2. „Maßstabgetreues Modell von Sonne, Erde und Mond“ (Ausschneideaktivität) [AB 4]
3. „Die Struktur des Weltalls“ (Lückentext) [AB 5]
4. „Körper-Geographie“ (Arbeitsblatt) [AB 6]
5. „Kinästhetische Tageszeiten“ (Arbeitsblatt) [AB 7]
6. „Rotation und Umlaufbahn“ (Arbeitsblatt) [AB 8]
7. „Das Datums-Spiel“ (Arbeitsblatt) [AB 9]
8. „Kinästhetische Jahreszeiten“ (Arbeitsblatt) [AB 10]
9. „Gründe für die Jahreszeiten“ (Begriffsnetz) [AB 11 – AB 12]
10. „Warum gibt es Jahreszeiten?“ (Lückentext) [AB 13 – AB 15]
11. „Deine Geburtstagssterne“ (Arbeitsblatt) [Ab 16 – AB 17]
12. „Verschiedene Sterne zu verschiedenen Jahreszeiten“ (Gedicht) [AB 18]
13. „Der Nachthimmel in Alaska“ (Arbeitsblatt) [AB 19]
14. „Wer kann wann Orion sehen?“ (Arbeitsblatt) [AB 20]
15. „Vergleich der Jahreszeiten der Erde und des Mars“ (Arbeitsblatt) [AB 22]
16. „Was hast du gelernt?“ (Lernzielkontrolle) [AB 24 – AB 28]

## HINTERGRUNDWISSEN UND HÄUFIGE FEHLVORSTELLUNGEN

*Kinästhetik* bezeichnet ein Gefühl von körperlicher Positionierung, Anwesenheit oder Bewegung. Einen Löffel voll Suppe in den Mund zu schieben ist ein alltägliches Beispiel des Gebrauchs kinästhetischer Sinne. Wir wissen, wo unser Mund ist, auch wenn wir ihn nicht sehen oder berühren. Wir geben der Position und der Anwesenheit unseres Mundes einen kinästhetischen Sinn, so dass der Löffel hineinfindet. Man kann der Lage und der Bewegung anderer Körperteile ebenfalls einen kinästhetischen Sinn geben. Die Sky -Time-Stunde ruft unseren kinästhetischen Sinn hervor, weil wir rotieren, uns biegen und neigen, um astronomische Grundkonzepte zu erlernen. Einige häufig gestellte Fragen, die während des Erprobens dieser Stunde aufgetreten sind, befinden sich am Ende dieses Scripts. Während der Testphase sind uns einige Fehlvorstellungen sehr oft begegnet. Diese sind hier aufgeführt:

1. Viele Menschen glauben, dass es in unserem Sonnensystem mehr als einen Stern gibt und dass dieses Sonnensystem das komplette Universum ist. Es gibt z.B. viele, die fälschlicherweise glauben, dass sich der Polarstern in unserem Sonnensystem befindet und näher ist, als der Planet Pluto. In Wirklichkeit ist der Polarstern 876 000 mal weiter von der Sonne entfernt als Pluto. Wir raten daher eindringlich, dass der Maßstab und die grundlegende Struktur des Universums hervorgehoben werden, z.B. durch unsere Vorbereitungsrequisiten.
2. Viele Menschen (ausgenommen solche, die den Nachthimmel über mehrere Stunden hinweg betrachtet haben) haben nicht begriffen, dass Sterne (wegen der Erdrotation um ihre Nord-Süd Achse) wie die Sonne auf- und untergehen (zumindest überall dort, wo keine Polargebreiten sind). Sogar Sonnenauf- und untergang sind für einige Stadtbewohner eine seltene Erfahrung.
3. *NSF Indicators of Science & Engineering* meldete 2002, dass über 50% einer repräsentativen Stichprobe der US-amerikanischen Öffentlichkeit nicht wissen, dass die Erde ein Jahr braucht, um die Sonne zu umrunden.
4. Im Alltagsverständnis werden die Begriffe „Rotation“ und „Umlauf“ oft verwechselt. „Rotation“ wird oftmals fälschlicherweise für die Beschreibung der Umlaufbewegung der Erde um die Sonne verwendet. Es ist wichtig, dass man diese Begriffe sehr klar definiert. Die Erde *rotiert* jeden Tag einmal um ihre Achse; jedes Jahr *umkreist* die Erde einmal die Sonne.
5. Viele Menschen antworten mit „Nein“, wenn man sie fragt, ob die Menschen in Alaska diese Nacht dieselben Sterne sehen wie die Menschen in Deutschland, (vorausgesetzt sie befinden sich auf demselben Breitengrad). Durch die Erdrotation wechseln sich Mittag und Mitternacht ab und dies dauert nur zwölf Stunden. Der Erdenorbit um die Sonne wechselt nur langsam die Richtung; die Nachtseite der Erde ist in den Weltraum gerichtet. Während 12 Stunden, hat sich die Erde nicht sehr weit auf ihrem Orbit um die Sonne bewegt, deshalb „schaut“ die Nachtseite, auf der Alaska sich befindet, ungefähr in dieselbe Richtung wie die Nachtseite, auf der sich Deutschland befindet. Daher sehen die Menschen in Alaska dieselben Sterne, wie wir heute Nacht sehen.
6. Eine weitere Fehlvorstellung ist, dass die Erde Jahreszeiten hat, weil die der Erde sich während ihrer Bewegung um die Sonne ändert. In Wirklichkeit ist der Nordpol der Erde während des gesamten Umlaufs um die Sonne stetig zum Polarstern geneigt. „Sky -Time“ hilft den Teilnehmern zu verstehen, wie die Erdachse ihre Orientierung zur Sonne verändert, obwohl der Nordpol zum Polarstern gerichtet bleibt, während sich die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne befindet. Natürlich ist die Erdachse Lageveränderungen unterworfen. Dies wird Präzession genannt. Aber um einmal herum zu schwanken benötigt die Achse 26 000 Jahre. Diese Schwankung ist für ein Jahr unbedeutend.
7. Die am weitesten verbreitete Fehlvorstellung über die Entstehung der Jahreszeiten ist, dass diese durch eine Änderung der Entfernung der Erde zur Sonne hervorgerufen werden. In Wirklichkeit ist die Umlaufbahn der Erde nahezu kreisförmig; es ist sogar so, dass die Erde sich im Winter der Nordhalbkugel näher an der Sonne befindet. Für die Erde gilt, dass nur die stetige Neigung zum Polarstern, kombiniert mit der Umlaufbewegung der Erde, die wechselnden Jahreszeiten hervorruft. Die Umlaufbahn des Mars ist elliptischer; in diesem Fall macht die Entfernung zur Sonne für die Entstehung der Jahreszeiten genauso viel aus wie die der Rotationsachse des Mars.

## II. DER STUNDENPLAN

Die Sky-Time-Unterrichtseinheit ist in fünf Sektionen unterteilt, um einen konstruktiven und wissenschaftlich begründeten Einstieg in das Lehren und Lernen zu unterstützen, das mit den naturwissenschaftlichen Bildungsstandards abgestimmt ist:

- 1) Vorstellungen der Schüler und Einschätzung des Vorwissens
- 2) Aktivitäten während der Stunde und ihre Anwendungsmöglichkeiten
- 3) Erweiterungen der Stunde
- 4) Literaturhinweise und Ressourcen
- 5) oftmals auftretende Fragen

### 1. VORSTELLUNGEN DER SCHÜLER UND EINSCHÄTZUNG DES VORWISSENS

Die Fragen des Voreinschätzungsbogens [„Was weißt du schon?“ **AB 1 – AB 3**] locken aus den Schülern ihr Wissen über Himmelsbewegungen, Erdrotation und Umlaufbahn, Jahreszeiten und das, was wir zu unterschiedlichen Tages- und Nachtzeiten am Himmel sehen können, hervor. Geben Sie den Schülern 30 Minuten, um den Fragebogen auszufüllen. Werten Sie den Fragebogen aus, bevor Sie mit dem Unterricht fortfahren, um zu wissen, welches Vorwissen fehlt und welche Fehlvorstellungen in der Stunde auftauchen werden. Heben Sie den Fragebogen auf, damit Sie später das Vorwissen mit dem Wissen nach der Stunde vergleichen können. [„Was hast du gelernt?“ **AB 24 – AB 28**]  
Nutzen Sie unsere Aktivitäten und Erfahrungen mit der Stunde, um die Schüler mit ihren Fehlvorstellungen zu konfrontieren und diese zu beseitigen. Benutzen Sie die Arbeitsblätter [**AB 4 – AB 23**], die es den Schülern erlauben, ihr Vorwissen zu reflektieren und zu sehen, wie es sich während der Stunde verändert oder erweitert, und die ihnen helfen, ihr kinästhetisches und visuelles Lernen in verbal-linguale und mathematisch-logische Ausdrucksfähigkeit zu übertragen.

### 2. AKTIVITÄTEN DER STUNDE UND IHRE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

Den gesamten Abriss dieses Teils finden Sie weiter unten. Dort gibt es eine Anzahl von Arbeitsblättern und Einschätzungsbögen, um den Fortschritt der Schüler zu kontrollieren. Auf diese Hilfsmittel wird durch Hinweise auf die AB-Seiten, die am Ende jeder Stunde angefügt sind, verwiesen (z.B. AB 1).

#### 2a) Der Beginn der kinästhetischen Astronomie

- i) Die passenden Entfernungen und Größen im Maßstabsmodell von Sonne, Erde, Mond und Sterne [**AB 4 – AB 5**]
- ii) Der kinästhetische Astronomiekreis
- iii) Körper-Geographie: Unsere Körper als Planet Erde [**AB 6**]

#### 2b) Die astronomische Bedeutung des Tages und der Nacht

- i) Erdrotation und Tageszeiten (als Konstrukt zur Gliederung der Rotationsperiode) [**AB 7**]
- ii) Gehen Sterne auf und unter?
- iii) Hinzufügen der Neigung der Erde zum kinästhetischen Tag

#### 2c) Die astronomische Bedeutung des Jahres

- i) Die Umlaufbahn der Erde um die Sonne (als Konstrukt zur Markierung einer Umlaufzeit) [**AB 8**]
- ii) Hinzufügen der Erdneigung, um Sommer und Winter zu finden [**AB 9 - AB 10**]
- iii) Einblick in die Entstehung der Jahreszeiten\* (Vertiefung der Gründe: [**AB 11- AB 15**])
- iv) Auffinden der Tag-und-Nacht-Gleichen und der Geburtstagsposition jedes Schülers
- v) Was heißt es „ein Löwe zu sein“? – Verschiedene Sterne in den unterschiedlichen Jahreszeiten [**AB 16 – AB 18**]
- vi) Kinästhetische Geburtstage: , Rotation und Umlaufbahn

#### 2d) Anwendungen/Einschätzungen des neu erworbenen Wissens über Tag und Jahr

- i) Sehen wir heute Nacht in Deutschland dieselben Sterne wie die Menschen in Alaska letzte Nacht? [**AB 19**]
- ii) Wer kann den Orion wann sehen? [**AB 20 – AB 21**]
- iii) Vergleich der Jahreszeiten auf Erde und Mars\* (Vertiefung der Gründe für die Jahreszeiten) [**AB 22 – AB 23**]
- iv) Was haben wir gelernt? – Ein Einschätzungsbogen nach der Stunde [**AB 24 – AB 28**]

## 2a) Der Beginn der kinästhetischen Astronomie [AB 4 – AB 6]

Dieser Teil setzt die Grundlagen der Sky-Time-Stunde. Nachdem wir den kinästhetischen Kreis gebildet haben, benutzen wir Körper-Geographie um zu erklären, wie die Körper der Schüler den Planeten Erde darstellen können. Der kinästhetische Kreis hat ein großes Potential für Lehrende und Lernende, aber es ist dringend erforderlich, die kinästhetische Astronomie-Stunde mit einem maßstabgerechten Modell von Sonne, Erde und dem der Sonne am nächsten gelegenen Stern zu beginnen. Ansonsten kann dieser Teil bei den Schülern sehr falsche Vorstellungen über die relativen Größen und Entfernungen von Sonne, Erde und Sternen hervorrufen.

### Der geeignete Größen-Längen-Maßstab für Sonne, Erde, Mond und Sterne [AB 4 – AB 5]

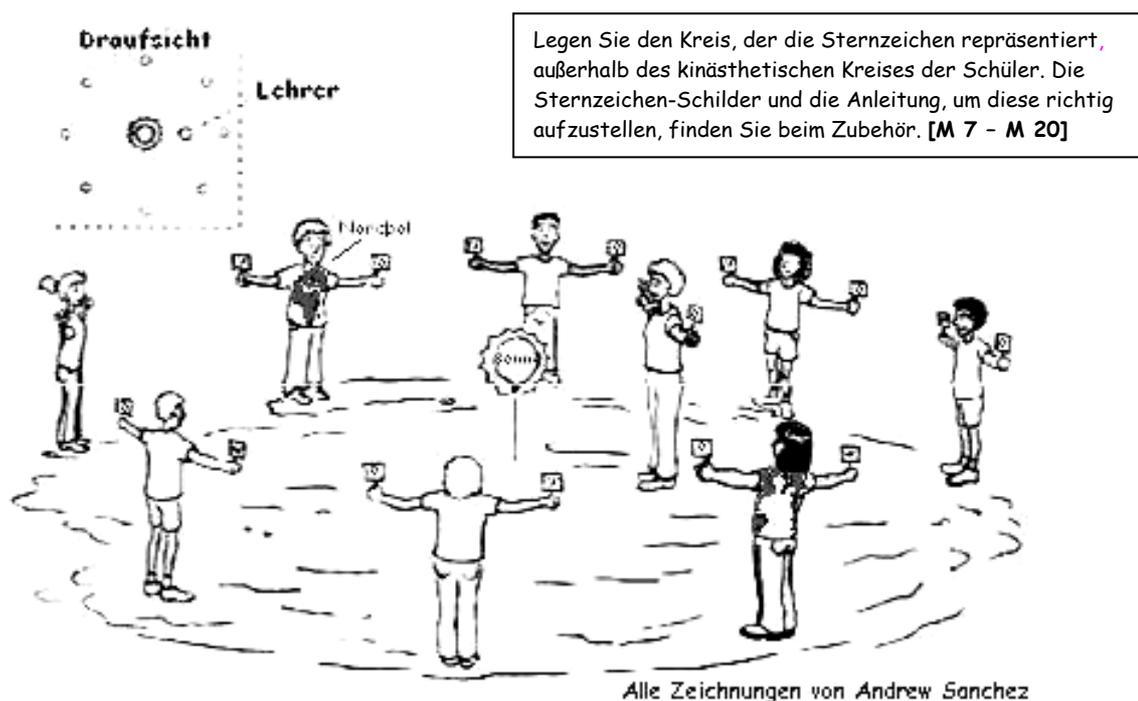
1. Lassen Sie die Schüler an einem Ende eines mindestens 15 Meter langen Raumes zusammenkommen. Benutzen Sie einen Gegenstand von der Größe einer großen Grapefruit, um die Sonne darzustellen (natürlich ist sie in Wirklichkeit 10 Milliarden mal größer). Sagen Sie den Schülern, dass sie mit Hilfe ihrer Hände die Größe der Erde im Gegensatz zur Grapefruit in diesem 1:10 Milliarden Maßstab voraussagen sollen.
2. Nachdem die Schüler Ihnen ihre angenommene Größe der Erde gezeigt haben, erklären Sie ihnen, dass die Erde bei diesem Maßstab nur so groß wie die Spitze eines Füllers ist. [Die Sonne hat den 100-fachen Durchmesser der Erde.] Als nächstes sollen die Schüler sich so weit von der „Grapefruit-Sonne“ entfernen, wie sie annehmen, dass die „Füllerspitzen-Erde“ bei diesem Maßstab von der Sonne entfernt ist.
3. Sobald die Schüler still stehen, messen Sie 15 Meter aus; dorthin gehört die Erde. Sammeln Sie die Klasse um sich und erklären Sie, dass sich bei diesem Maßstab die Erde hier, also 15 Meter entfernt, befinden würde. [Die Entfernung Erde-Sonne beträgt 150 Millionen km.] Erläutern Sie der Klasse außerdem, dass Pluto bei diesem Maßstab 800 Meter entfernt wäre.
4. Fragen Sie: „Welcher Stern ist der Sonne am nächsten?“ [Alpha Centauri]. „Wie weit ist dieser Stern von der Sonne entfernt?“ [4,3 Lichtjahre; ein Lichtjahr ist die Strecke, die Licht in einem Jahr zurücklegt = 10 Trillionen km]
5. Teilen Sie den Schülern mit, dass sie annehmen sollen, die Grapefruit- Sonne sei in Deutschland platziert. Fragen Sie: „Wo wäre bei unserem Maßstab die nächste Grapefruit (Alpha Centauri)?“ [Der nächste Stern, der von einer Grapefruit dargestellt wird, wäre 4 Millionen Meter entfernt. Also wäre die Grapefruit-Sonne in Deutschland und der Grapefruit-nächste Stern in Grönland!]

Objekt	Maßstabsgetreuer Durchmesser	Maßstabsgetreue Entfernung von der Sonne
Sonne	14 cm = große Grapefruit	0
Erde	1,3 mm = Füllerspitze	15 m
Alpha Centauri	14cm = große Grapefruit	$4 \cdot 10^6$ m

6. Erklären Sie den Schülern, dass die Sonne und Alpha Centauri nur zwei von 100 Milliarden Sternen in unserer Galaxie sind, die Milchstraße genannt wird, und dass die Milchstraße eine von 100 Milliarden Galaxien in einem sehr großen Universum ist.
7. Geben Sie allen Schülern das „**Maßstabgetreue Modell von Erde, Sonne und Mond**“ [AB 4] zum Ausschneiden und den Lückentext „**Erforschung der Weltallstruktur**“ [AB 5] als Hausaufgabe oder zur Bearbeitung innerhalb der Stunde.

### Der Kinästhetische Kreis

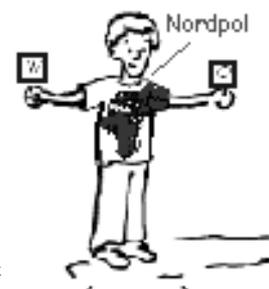
8. Die Zeichen, die den Tierkreis repräsentieren, sollten aufgestellt werden, bevor die Schüler kommen. Anweisungen dafür sind im Zusatzmaterial zu finden [M 7 - M 20]. Ein Heliumballon, der so hoch aufgehängt wird, dass er bis zum Solarplexus eines Durchschnittsschülers reicht, ist ideal, um die Sonne in der Mitte zu repräsentieren.
9. Lassen Sie die Schüler sich in einem Kreis um das zentrale Objekt, das die Sonne repräsentiert, aufstellen. Dieser kinästhetische Kreis der Schüler sollte innerhalb des Sternzeichenkreises sein. Die Schüler müssen genügend Platz haben, um sich, mit zu den Seiten ausgestreckten Armen, drehen zu können.



10. Erklären Sie den Schülern, dass jeder mit seinem Körper den Planeten Erde repräsentiert. Machen Sie die Schüler auf die symbolische Sonne in der Mitte und die Zeichen, die die Sternzeichen repräsentieren, aufmerksam (der Sternzeichenkreis muss noch nicht platziert sein).
11. Fragen Sie: „Ist dieses Modell der Erde, der Sterne und der Sonne maßstabsgetreu?“ Leiten Sie die Schüler mit folgenden Fragen: „Ist die Erde verglichen mit der Sonne so groß wie unsere Körper? Ist die Erde so nahe an der Sonne? Sind die Sterne so nahe bei Sonne und Erde?“ [Erinnern Sie die Schüler an das wahre maßstabsgetreue Modell, mit der Grapefruit- Sonne und der Füllerspitzen-Erde, die 15m entfernt ist.]

### Körper -Geographie: Unsere Körper als Planet Erde [AB6]

12. Die Schüler sollen sich so aufstellen, dass ihr Gesicht zum Mittelpunkt schaut. Erinnern Sie die Schüler daran, dass jeder ihrer Körper den gesamten Planeten Erde darstellt.

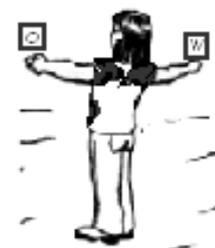


13. Sagen Sie den Schülern, dass sie ihren „Nordpol“ berühren sollen. [unterer Halsansatz]

ANMERKUNG: Die „O“ und „W“ Zeichen werden bis Schritt 21 nicht benötigt.

14. Erklären Sie den Schülern, dass ihr „Südpol“ am Ende ihrer Wirbelsäule (ihr Steißbein) ist.
15. Fragen Sie: „Wo ist der Äquator?“ [an der Stelle, an der Brust und Bauch aufeinander treffen; um den ganzen Körper herum]
16. Fragen Sie: „Welche Halbkugel befindet sich über dem Äquator?“ [die nördliche] „Welche Halbkugel befindet sich unterhalb des Äquators?“ [die südliche]
17. Erzählen Sie den Schülern, dass Europa auf ihrer Brust liegt und lassen Sie die Schüler auf „Europa“ zeigen.
18. Sagen Sie den Schülern, dass Sie auf „Afrika“ zeigen sollen. [unter der Brust]

19. Deuten Sie auf Ihren oberen Rücken und fragen Sie: „Was ist auf der anderen Erdseite von Europa?“ [Alaska, Kamtschatka, Aleuten]



20. Fragen Sie: „Wo ist Neuseeland?“ [unterer Rücken; eher links]
21. Geben Sie jedem Schüler ein „O“ und ein „W“ Fähnchen. [M 1 – M 2]
22. *Fakultativ*: Fragen Sie einen Schüler, ob er ein T-Shirt mit der Karte von Europa und Afrika auf der Vorderseite, Alaska und Neuseeland auf der Rückseite anziehen will.

23. Erinnern Sie die Schüler daran, dass Europa auf ihrer Brust ist. Fragen Sie: „Welche eurer Hände ist östlich (auf einer Europakarte näher an Tschechien), welche ist westlich (also auf einer Europakarte näher an Frankreich) gerichtet?“ Geben Sie den Schülern eine Minute Zeit, um nachzudenken und mit ihren Nachbarn zu diskutieren.

24. Bitten Sie die Schüler das „O“ in ihre „östliche“ Hand und das „W“ in ihre „westliche“ Hand zu nehmen. [Die Schüler sollen ihr „O“ in die linke Hand, ihr „W“ in die rechte Hand nehmen, um die jeweilige Richtung anzuzeigen.]

**Lehrer -Tipp:** Bedenken Sie, dass es Schüler gibt, die Schwierigkeiten haben sich vorzustellen, wo Osten ist und die deshalb die „O“ und „W“ Zeichen vertauschen. Es ist sehr hilfreich einen Globus oder eine Erdkarte zu haben, so dass Europa auf jede beliebige Schülerbrust gebracht werden kann. So können die Schüler hinunterschauen und erkennen, welcher Arm näher an Tschechien und welcher Arm näher an Frankreich ist.

25. Geben Sie den Schülern das Arbeitsblatt „Körper-Geographie“ [AB 6] als Hausaufgabe oder zur Bearbeitung während der Stunde.

## 2b. Astronomischer Tag und astronomische Nacht [AB 7]

Der nun folgende Teil beginnt damit, eine Verbindung zwischen der Erdrotation und den Tageszeiten herzustellen. Er demonstriert, warum die Sonne im Osten auf- und im Westen unterzugehen scheint und warum verschiedene Erdteile im selben Moment unterschiedliche Zeitvorstellungen haben. Des Weiteren wird erklärt, warum auch Sterne auf- und unterzugehen scheinen. Die finale Herausforderung besteht darin, die Neigung der Erdachse zum Polarstern in die kinästhetische Rotation einzufügen. Für alle Unterpunkte gilt, dass die Schüler sich in der Ausgangsposition, nämlich in der „Mittags-Position“ (Brust zur Mitte des Kreises) im Kreis aufstellen und ihre „O“ und „W“ Zeichen in den Händen halten. Die Sternzeichen liegen an ihrem Platz.

### Erdrotation und Tageszeiten[AB 7]

26. Fragen Sie die Schüler: „Wie scheint die Sonne über den Himmel zu wandern?“ [Sie geht im Osten auf, im Westen unter.]

27. Wenn sich die Schüler mit dem Gesicht direkt zur symbolischen Sonne und mit ausgestreckten Armen mit „O“ und „W“ Schildern in den Händen aufgestellt haben, fragen Sie sie: „Welche Tageszeit wäre jetzt gerade auf einer Linie, die in der Mitte deines Körpers von oben nach unten läuft?“ (Fahren Sie mit Ihrer Hand von der Mitte ihres Gesichts nach unten.) [Mittag]



28. Fragen Sie: „Warum ist Mittag?“ [weil die Sonne sich genau in der Mitte zwischen Osten und Westen befindet]

29. Erklären Sie den Schülern: „Die Linie, die von Norden nach Süden, direkt zwischen Ost und West läuft, ist euer Meridian.“ Sagen Sie jedem, dass er seinen *Meridian* nachfahren soll. [Die Hände sollen sich in der Mitte der Körpervorderseite auf- und abbewegen.]

30. Erklären Sie den Schülern: „Wenn die Sonne am Mittag direkt vor dir steht, befindet sie sich auf deinem Meridian.“



31. Lassen Sie die Schüler sich mit ausgestreckten Armen so drehen, dass deren Rücken direkt zur Sonne zeigt und fragen Sie: „Ist die Sonne auf deinem Meridian?“ [nein] Fragen Sie weiter: „Welche Zeit ist auf deinem Meridian?“ [Mitternacht] „Was würden die Menschen dort gerade sehen?“ [Sterne]

32. Die Schüler befinden sich weiterhin in ihrer „Mitternachts-Position“. Fragen Sie: „Wie spät ist es gerade auf einer Linie, die in der Mitte eures Rückens (von oben nach unten) verläuft? [Mittag] „Was sehen die Menschen dort am Himmel?“ [Sonne]

33. Wecken Sie die Aufmerksamkeit der Schüler, indem Sie die Frage aufwerfen, warum es an verschiedenen Orten der Erde unterschiedliche Zeitzonen gibt und warum es zwölf Stunden Unterschied zwischen Rückseite und Vorderseite sind.

34. Die Schüler sollen nun die Sonne wieder mit ihrem Gesicht ansehen („Mittag auf ihrem Meridian“). Lassen Sie sie an ihrem ausgestreckten Arm mit dem „O“ entlang schauen. Erklären Sie, dass der Schüler zu ihrer linken Seite „in östlicher Richtung ist“.

35. Als nächstes lassen Sie die Schüler an ihrem Arm mit dem „W“ entlang schauen und erklären ihnen, dass der Schüler auf ihrer rechten Seite „in westlicher Richtung ist“.

36. Demonstrieren Sie den Schülern, dass zu jeder Tageszeit von ihrem Meridian aus alles sichtbar ist, was ihre ausgestreckten Arme entlang zu sehen ist oder sich zwischen den ausgestreckten „O“ und „W“ Armen befindet. Alles hinter ihren Armen ist außer Sichtweite.



37. Nun sollen die Schüler eine 90°-Drehung in Richtung Osten machen (zu ihrem „O“ Arm). Fragen Sie: „Was siehst du in östlicher Richtung?“ [Sterne] „Was siehst du in westlicher Richtung?“ [die Sonne]

38. Fragen Sie: „Welche Tageszeit haben wir, wenn die Sonne im Westen steht?“ [Sonnenuntergang]

39. Fragen Sie: „Warum Sonnenuntergang?“ [weil die Sonne im Westen untergeht] Erinnern Sie die Schüler daran, dass sie, wenn sie ihren Kopf drehen und ihren Arm entlang schauen, die Sonne in ihrer westlichen Richtung sehen.

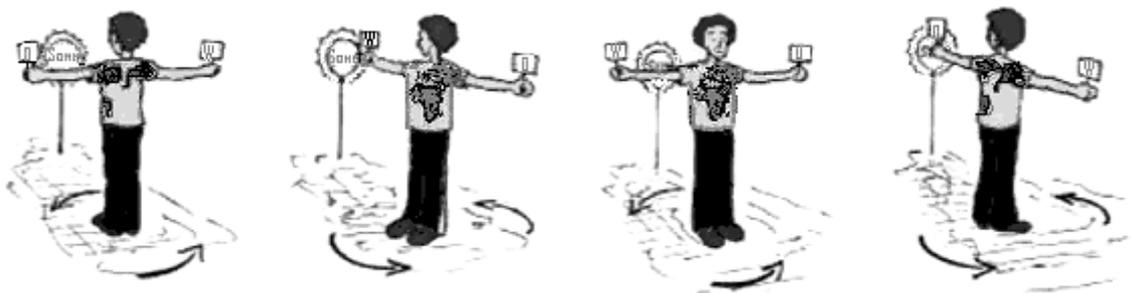
40. Fragen Sie: „Warum scheint es so, als ob die Sonne im Westen verschwindet?“ [weil wir uns von ihr weg drehen]

41. Fragen Sie: „Geht die Sonne an jedem Tag des Jahres zur selben Zeit unter?“ [Nein, die Sonne geht im Winter früher und im Sommer später unter.] Erklären Sie den Schülern, dass sie als Zeit des Sonnenuntergangs ungefähr 18 Uhr annehmen sollen.

42. Die Schüler sollen sich in die „Mittags-Position“ zurückdrehen. Fragen Sie: „Also in welcher Richtung muss sich die Erde drehen, damit die Sonne im Westen untergehen und im Osten aufgehen kann?“ (bzw. bei eurem ausgestreckten „Ost-Arm“ (linker Arm) wieder aufgeht, nachdem sie sich weitergedreht hat?) Geben Sie den Schülern Zeit, um ihre Antwort zu überdenken bzw. auszuprobieren. Lassen Sie die Schüler ihre Ideen mit den Nachbarn austauschen.

43. Nun leiten Sie die Schüler für die Darstellung der Umdrehung eines ganzen Tages an. Der Start erfolgt in der „Mittags-Position“, in der die Sonne angeschaut wird. Lassen Sie die Schüler sich in folgender Reihenfolge drehen:

- „Geht zum Sonnenuntergang.“ Fragen Sie: „Wie viel Uhr ist es ungefähr?“ [18 Uhr]
- „Bewegt euch zu Mitternacht.“ Fragen Sie: „Was seht ihr an eurem Himmel?“ [Sterne]
- „Kommt zum Sonnenaufgang.“ Fragen Sie: „Was seht ihr an eurem Himmel?“ [die Sonne im Osten] Erinnern Sie die Schüler daran, dass sie sowohl an beiden Armen entlang schauen müssen, als auch dazwischen. „Wie viel Uhr ist es?“ [6 Uhr]



44. Lassen Sie die Schüler zur Ausgangsposition zurückkehren. Fragen Sie: „Wie nennen wir die Drehung der Erde, durch die es Sonnenauf- und Untergang gibt?“ [Rotation] Definieren Sie den Ausdruck „Rotation“ als die Drehung eines Körpers um eine Achse, so wie sich die Schüler um die Achse ihres Körpers drehen mit dem Nordpol auf ihrem Halsansatz.

45. Fragen Sie: „Wie lange dauert es, bis sich die Erde einmal um ihre Achse gedreht hat?“  
[24 Stunden = 1 Tag]
46. Definieren Sie den Ausdruck „Rotations-Periode“ als die *Zeit*, die ein Körper braucht, um sich einmal um seine Achse zu drehen.

**Lehrer-Tipp:** Ermutigen Sie die Schüler, einen Sonnenauf- oder Untergang zu betrachten und dabei die Erdrotation förmlich zu „spüren“. Wenn sich die Sonne beispielsweise weit unten am östlichen Horizont befindet, erscheint ihre Aufgeh-Bewegung sehr schnell, da man den Horizont als Vergleichspunkt benutzen kann, um das Fortschreiten der Sonne zu messen. Es macht Spaß zu versuchen, die gewöhnlich wahrgenommene Bewegung der Sonne auszublenden und stattdessen die Drehung der Erde nach Osten zu betrachten, die der Grund für den Sonnenaufgang ist.

47. Stellen Sie sicher, dass die Schüler die Rotation der Erde mit den verschiedenen Tageszeiten in Zusammenhang bringen können. Lassen Sie sie in der „Mittags-Position“ mit ausgestreckten Armen beginnen und dann eine 45°-Drehung nach Osten machen. [Dies ist der halbe Weg zwischen Mittag und Sonnenuntergang und die Schüler müssen häufig daran erinnert werden, keine 90°-Drehung zu Sonnenuntergang zu machen.]
48. Fragen Sie: „Welche Tageszeit ist es auf eurem Meridian?“ Fahren Sie (falls nötig) fort: „Ist es Vormittag oder Nachmittag?“ [Nachmittag] „Ist es vor oder nach Sonnenuntergang?“ [davor] „Wie viel Uhr ist es also ungefähr?“ [ca. 15 Uhr] „Befindet sich die Sonne am östlichen oder westlichen Himmel?“ [am westlichen]
49. Sagen Sie den Schülern: „Bewegt euch zu drei Uhr Nacht.“ Fahren Sie falls nötig fort: „Ist es vor oder nach Mitternacht?“ [danach] „Ist es vor oder nach Sonnenaufgang?“ [davor] [Die Schüler drehen sich nach Osten (links), bis sie sich etwa 45° nach Mitternacht befinden.]
50. Lassen Sie die Schüler zu drei Uhr Nachmittag zurückkehren. Fragen Sie: „Wie viel Uhr ist es gerade auf einer Linie, die in der Mitte eures Rückens von oben nach unten verläuft.“ „Wie viel Uhr ist es z.B. in Alaska?“ [3 Uhr morgens – 12 Stunden später]
51. Fragen Sie: „Welches Datum haben wir heute um 3 Uhr Nachmittag in Deutschland?“ „Welches Datum hätten wir in Alaska, wo es dann 3 Uhr morgens ist?“ [Das heutige, denn die Datumsgrenze verläuft zwischen dem amerikanischen und dem asiatischen Kontinent.]
52. Lassen Sie die Schüler das Arbeitsblatt „**Kinästhetische Tageszeiten**“ [AB 7] als Hausaufgabe oder Arbeitsauftrag innerhalb der Stunde ausfüllen.

### **Scheinen Sterne auf- und unterzugehen?**

53. Fragen Sie: „Wie nennen wir Ansammlungen von mehreren Sternen am Himmel?“ [Sternkonstellationen/Sternbilder] „Nennt ein paar Beispiele für Sternbilder!“ [Orion, Großer Wagen, Tierkreiszeichen wie Löwe und Skorpion]
54. Fragen Sie: „Wann sehen wir andere Sterne als die Sonne?“ [kurz nach Sonnenuntergang bis kurz vor Sonnenaufgang] „Warum?“ [weil der Himmel dunkel ist – weil die Sonne nicht sichtbar ist]
55. Fragen Sie: „Scheinen Sterne und Sternbilder auf- und unterzugehen?“ [Abstimmung durch Handzeichen: „Ja“ oder „Nein“. Die meisten Schüler antworten mit „Nein“ und werden auf Nachfrage erklären, dass die Sterne „fixiert bzw. fest“ seien.]
56. Lassen Sie die Schüler bis *etwas nach* der „Sonnenuntergangs-Position“ rotieren. [Die Sonne ist schon hinter der westlichen (rechten) Hand außer Sicht.]

57. Die Schüler sollen nun, während sie sich in der „Sonnenuntergangs-Position“ befinden, ihren „O-Arm“ entlang sehen und sich die Abbildung eines Sternbildes (oder eines anderen Gegenstandes im Klassenzimmer) merken, das im Osten am Himmel steht.
58. Lassen Sie die Schüler sich *langsam* zur „Mitternachts-Position“ drehen und dort verharren. Fragen Sie: „Was ist mit eurem Sternbild passiert?“ „Befindet es sich immer noch weit im Osten?“ [Nein. Es ist vor mir... auf meinem Meridian.]
59. Lassen Sie die Schüler sich langsam von der „Mitternachts-“ weiter zur „Sonnenaufgangs-Position“ drehen, während sie die gemerkten Sternbilder im Auge behalten. Fragen Sie: „Wo ist euer Sternbild jetzt?“ [weit im Westen]
60. Die Schüler sollen zur „Mittags-Position“ zurückkehren. Fragen Sie nochmals: „Scheinen die Sterne auf- und unterzugehen?“ [Abstimmung: „Ja“ oder „Nein“. Eine große Mehrheit der Schüler sollte „Ja“ anzeigen. Falls dies nicht der Fall sein sollte, wiederholen Sie die Schritte 56-60!]
61. Fragen Sie: „Warum scheinen die Sterne auf- und unterzugehen?“ [weil sich die Erde dreht; aus dem gleichen Grund, weshalb die Sonne auf- und untergehen scheint]
62. Fordern Sie die Schüler auf, nachts die Bewegung der Sterne zu beobachten und von ihren Beobachtungen zu berichten. Gleich nach Einsetzen der Dunkelheit können sie den Polarstern oder den Ort, an dem die Sonne untergegangen ist, benutzen, um die Himmelsrichtungen zu bestimmen (N, S, O und W). Weisen Sie die Schüler an sich aufzuschreiben, wo sich ein Sternbild oder heller Stern in der Nähe eines Gebäudes, Baumwipfels oder Berggipfels befindet. Bevor sie zu Bett gehen, können sie dann erneut den Himmel betrachten und nachsehen, wie weit sich ihr Sternbild oder ihr Stern am Himmel „bewegt“ hat. Zeltlager eignen sich hervorragend für diese Art der Beobachtung! [Die scheinbare Bewegung der Sterne hat die Geschwindigkeit der Erdrotation =  $15^\circ$  pro Stunde, was „ $360^\circ$  in 24 Stunden“ entspricht. Dies kann anhand einer offenen Hand mit ausgestrecktem Arm geschätzt werden: Fünfzehn Grad eines Kreisbogens am Himmel sind bei gespreizten Fingern in etwa die Entfernung zwischen der Spitze des Zeigefingers und der des kleinen Fingers.]



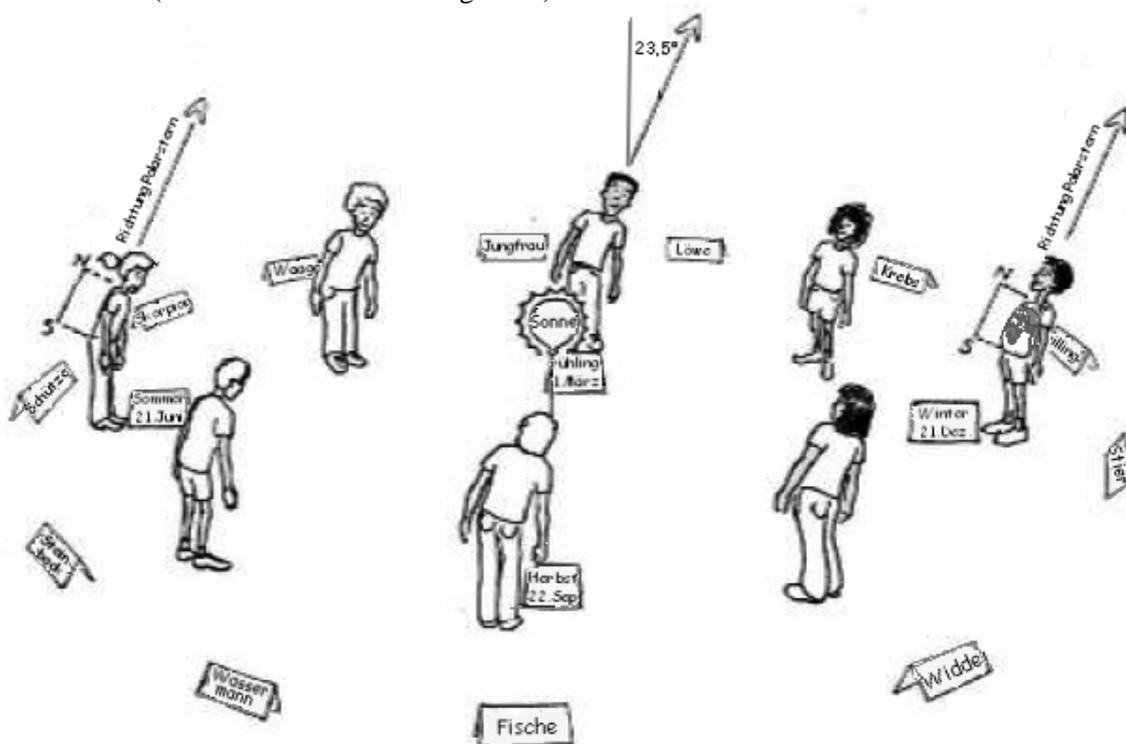
15° eines Bogens können mit zum Himmel ausgestrecktem Arm abgemessen werden.

**Lehrer Tipp:** Vier Fragen tauchen während dieses Teils der Stunde oft auf: Frage 1: Bewegen sich die Sterne? Frage 2: Wie lässt sich die Bewegung jener Sterne erklären, welche nicht auf- und unterzugehen scheinen, sondern die die ganze Nacht über und während des gesamten Jahres zu sehen sind (wie z.B. der große Wagen)? Frage 3: Sehen die Menschen auf verschiedenen Breitengraden (nehmen wir den Nordpol, den Äquator und den Südpol) die gleichen Sternbilder, wenn sie nachts in den Himmel schauen? Frage 4: Wenn die Sonne ein Stern ist, warum ist sie dann soviel heller als die anderen Sterne? Die Antworten auf diese Fragen finden Sie in Teil V der Stundenplanung.

### Hinzufügen der der Erdachse zum kinästhetischen Tag

63. Fragen Sie: „Wir haben uns stets um eine Achse gedreht, die von oben nach unten gerade (senkrecht) auf der Ebene zwischen Sonne und Erde steht. Entspricht das der Wirklichkeit?“ [Nein, die Achse ist geneigt.]
64. Fragen Sie: „Wohin ist sie geneigt?“ [Zum Polarstern – die Schüler sind sich dieser Tatsache häufig nicht bewusst. Daher sollten Sie erklären, dass der Nordpol der Erde in Richtung des Polarsterns geneigt ist.]

65. Sagen Sie den Schülern, dass der Polarstern 500 Lichtjahre entfernt ist. (Das ist ungefähr 867 000 mal weiter als Pluto – der am weitesten von der Sonne entfernte Planet unseres Sonnensystems).
66. Fragen Sie: „Wie weit ist die Erdachse von der Vertikalen abgeneigt?“ [23,5°]
67. Zeigen Sie den Schülern die Richtung, die Sie ausgewählt haben, um den Polarstern darzustellen. Demonstrieren Sie die entsprechende Ausrichtung und den Grad der entweder mit Ihrem eigenen Körper oder durch die Benutzung eines kugelförmigen Modells der Erde. [Zeigen Sie den Schülern die Neigungen bei 90° und bei 45°, so dass diese erkennen können, dass 23,5° etwa die Hälfte einer 45°-Krümmung ist.]
68. Erklären Sie den Schülern, dass der Polarstern so weit entfernt ist, dass alle Schüler im kinästhetischen Kreis parallel zueinander sind und dass die Neigung nicht auf einen bestimmten Punkt zuläuft (siehe untenstehendes Diagramm).



**Lehrer Tipp:** So verlockend es auch sein mag; verwenden Sie NICHT die örtliche Position des Polarsterns am Himmel, um sich dorthin zu neigen. Die Position des Polarsterns am Himmel hängt mit dem Breitengrad zusammen [Frage 5], aber die Schüler verkörpern die ganze Erde und können sich daher nicht auf einem bestimmten Breitengrad befinden. Die Schüler sollten sich nicht mehr als ungefähr 23 Grad von der Vertikalen neigen, egal an welchem Platz der Erde die Stunde stattfindet.

69. Lassen Sie alle Schüler die Sonne anblicken (Mittag auf Ihrem Meridian). Lassen Sie alle ihre Körper von der Taille an um ca. 23,5° von der Vertikalen abneigen, so dass alle Schüler in jene Richtung ausgerichtet sind, welche Sie als die Richtung, in der der weit entfernte Polarstern zu finden ist, ausgewählt haben. [Abhängig von ihrer Position im Kreis werden sich die Schüler nach hinten, nach vorne oder zur Seite beugen müssen. Andere werden verschiedenste Kombinationen dieser Neigungen machen müssen (siehe obiges Diagramm).]
70. Schauen Sie im Kreis herum, um zu sehen, ob sich alle Schüler in der korrekten Stellung befinden. Verbessern Sie sie, wenn nötig.

**Lehrer Tipp:** Ab und zu gibt es Schüler, die keinen Bewegungsunterschied zwischen dem Beugen ihres Kopfes und dem Beugen des gesamten Oberkörpers mit dem Kopf mittig zwischen den Schultern wahrnehmen. Sie können ihnen auf dieselbe Weise helfen, wie es auch ein Gymnastiktrainer oder ein Yogalehrer tun würde, um ihre Körperhaltung zu korrigieren. Legen Sie Ihre Fingerspitzen sanft auf jede Seite des Kopfes des betreffenden Schülers und drücken Sie ihn etwas, so dass er gerade über seinen Schultern sitzt. Legen Sie dann sachte, aber mit Nachdruck Ihre Hände auf beide Seiten seiner Hüfte und drücken Sie diese, damit sich der Oberkörper in die entsprechende Richtung neigt. Das Fühlen Ihrer Hände hilft dem Schüler, sich dieser Körperteile kinästhetisch besser bewusst zu werden.

71. Lassen Sie alle Schüler den Versuch unternehmen, mit ihrem Körper einen kompletten Tag zu rotieren (nach Osten), während Sie sich mit ihrer Achse zum Polarstern neigen. Weisen Sie die Schüler darauf hin, dass ihre Köpfe und Oberkörper weiterhin in derselben Richtung zum Polarstern geneigt bleiben. Geben Sie den Schülern etwa 30 Sekunden Zeit, um möglichst vielen den Genuss zu ermöglichen diese Bewegung selbst korrekt auszuführen. [Diese Handlung ist körperlich sehr anspruchsvoll, da sie Änderungen der Hüftbeugung beinhaltet. Sie funktioniert daher meistens nicht gleich beim ersten Mal, jedoch haben die Schüler Spaß daran, es zu versuchen.]
72. Führen Sie mit den Schülern eine stufenweise Rotation in geneigter Haltung durch. Denn so können Sie leichter überwachen, ob die Neigung der Hüfte angepasst wird und die Ausrichtung zum Polarstern erhalten bleibt. Lassen Sie alle Schüler in der „Mittags-Position“ mit ausgestreckten Armen und mit entsprechender Neigung zum Polarstern beginnen:
- Lassen Sie alle Schüler langsam von Mittag auf Sonnenuntergang rotieren. Unterbrechen Sie, um nötige Korrekturen vorzunehmen.
  - Lassen Sie die Schüler langsam auf Mitternacht rotieren und dort anhalten. [So sollte etwa eine nach vorne gerichtete Neigung an Mittag in eine nach hinten gerichtete um Mitternacht übergehen (und umgekehrt).].
  - Lassen Sie die Schüler auf Sonnenaufgang rotieren und dort anhalten.
  - Nun sollen alle Schüler zurück auf Mittag rotieren [Sie sollten jetzt wieder ihre Ausgangshaltung angekommen haben.].
73. Führen Sie eine Körperdrehung mit richtiger Neigung vor (Dies können Sie selbst tun oder es einen Schüler machen lassen.).
74. Lassen Sie die Schüler ihren geneigten Tag erneut versuchen, jedoch in einer fließenderen Bewegung. [Weisen Sie die Schüler an, sich ostwärts zu drehen und ihre Ausrichtung zum Polarstern beizubehalten.]
75. Fordern Sie die Schüler auf, sich wieder in die Ausgangsposition zu begeben (Mittag auf ihrem Meridian). Fragen Sie: „Wie lange braucht die Erde für eine vollständige Rotation um ihre Achse? [24 Stunden oder einen Tag]“ Erinnern Sie die Schüler daran, dass man dies „Rotationsperiode“ der Erde nennt.

## 2c. Die astronomische Bedeutung eines Jahres [AB 8 – AB 17]

Dieser Teil von „Sky-Time“ benutzt kinästhetische Techniken, um die Umlaufbahn der Erde um die Sonne einzuführen und die Bedeutung einer „Umlaufzeit“ zu erläutern. Die Schüler bestimmen die Daten und Positionen der Sonnwendpunkte auf der Umlaufbahn über die Tatsache, dass die Erdachse in Richtung Polarstern geneigt ist. Es besteht die Möglichkeit, die *Gründe für die Jahreszeiten* zu vertiefen oder aber direkt dazu überzugehen, die Positionen und Daten der Tag-und-Nacht-Gleichen auf der Umlaufbahn zu finden.

Anschließend können Sie abschätzen, ob die Schüler die Verbindung zwischen den Positionen auf der Umlaufbahn und dem Datum verstanden haben, indem Sie die Schüler ihre „Geburtstags-Position“ finden lassen. Auf dieser entdecken die Schüler, dass das Sternbild, welches ihr Sternzeichen darstellt, am Nachthimmel nicht sichtbar ist. Die Stunde soll dazu führen, dass die Schüler verstehen, dass ihr Sternzeichen ein Sonnenzeichen ist. Das heißt, wenn sie am Mittag ihres Geburtstags in die Sonne schauen, steht das Sternbild ihres Sternzeichens hinter der Sonne und ist wegen des Sonnenlichts nicht sichtbar. Im weiteren Verlauf erforschen die Schüler, warum wir in den verschiedenen Jahreszeiten unterschiedliche Sterne sehen.

Zu guter Letzt machen sie die Erfahrung ihres kinästhetischen Geburtstags (geneigte Rotation auf der Position ihres Geburtstags) und einige kinästhetisch begabte Schüler versuchen, die Neigung, Rotation und die Umlaufbahn zusammenzufügen.

### **Die Umlaufbahn der Erde um die Sonne [AB 8]**

76. Lassen Sie die Schüler sich in den kinästhetischen Kreis um die Sonne stellen. Fragen Sie: „Wer hat nah am heutigen Datum Geburtstag?“ Heben Sie diesen Schüler z.B. durch einen Geburtstags-Hut hervor (fakultativ).
77. Fragen Sie das Geburtstagskind: „Wie oft hast du in deinem Leben die Sonne umrundet? [Pause, um jedem Schüler Zeit zu geben über diese Frage nachzudenken und die Verbindung zwischen Alter und der Zeit, die es braucht die Sonne zu umrunden, herzustellen]
78. Fragen Sie auch einige andere Schüler, wie oft sie die Sonne umrundet haben. Falls die Schüler in vergleichbarem Alter sind, fragen Sie: „Wer hat zwischen zehn und elf Umrundungen gemacht?“ „Wer hat zwischen elf und zwölf Umrundungen gemacht?“ „Wer hat zwischen zwölf und dreizehn Umrundungen gemacht?“
79. Erklären Sie den Schülern, dass der „Weg“ der Erde um die Sonne „Umlaufbahn“ genannt wird. Fragen Sie: „Welche Form hat die Umlaufbahn der Erde um die Sonne?“ [nahezu die eines Kreises] Betonen Sie dabei, dass dies bedeutet, dass die Erde immer dieselbe Entfernung zur Sonne hat. (Anmerkung: Genau genommen ist die Erde der Sonne zur Winterzeit auf der Nordhalbkugel ein kleines bisschen näher, was aber nicht der Grund für die jahreszeitlichen Veränderungen ist.)
80. Definieren und demonstrieren Sie den Unterschied zwischen Umlaufbahn und Rotation. Fragen Sie: „Wie oft rotiert die Erde während eines Umlaufs um die Sonne um die eigene Achse?“ [365 mal = 365 Tage] (Anmerkung: Stellen Sie die Fragen auf diese Weise, um die Verbindung zwischen der „Zeit“ und der Bewegung der Erde herzustellen.)

**Lehrer-Tipp:** Bevor Sie mit dem Stoff der Stunde fortfahren, stellen Sie sicher, dass die Schüler die Worte Umlaufbahn und Rotation richtig verwenden.

81. Erklären Sie den Schülern, dass sie nun ein ganzes Jahr darstellen werden, ohne die Neigung zum Polarstern auszuführen. Fragen Sie: „Denkt ihr, es wäre sinnvoll, 365 mal während des Umlaufs zu rotieren?“ [nein, nur einige Male]
82. Fragen Sie: „In welcher Richtung umrundet die Erde die Sonne?“ Geben Sie den Schülern einen Tipp und einige Minuten Zeit. Hinweis: „An Neujahr könnt ihr das Sternbild des Stiers am Himmel sehen und später im Jahr das des Löwen. Noch später könnt ihr das Bild des Skorpions sehen.“



89. Fragen Sie: „Nun ist jeder zum Polarstern geneigt, aber hat auch jeder dieselbe Neigung zur Sonne?“ Fahren Sie fort: „Wessen Brust (Nordhalbkugel) neigt am meisten zur Sonne?“ [Finden Sie den Schüler, der sich genau zur Sonne neigt.] „Wessen Brust ist am meisten von der Sonne abgeneigt?“ [Finden Sie den Schüler auf der Gegenseite des Kreises, der sich von der Sonne wegneigt.]

**Lehrer-Tipp:** Betonen Sie diesen sehr starken kinästhetischen und visuellen Lernmoment, in dem die Schüler sehen können, wie die Erdneigung zum Polarstern die gleiche bleiben kann, während sich die Orientierung zur Sonne, je nachdem wo sich die Erde gerade auf ihrer Umlaufbahn befindet, verändert. Viele Schüler glauben fälschlicherweise, dass die Neigung zum Polarstern der Grund für die Jahreszeiten ist.

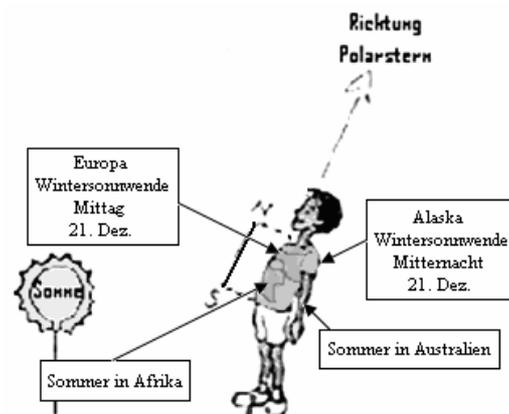
90. Fragen Sie: „Welche Jahreszeiten haben wir auf der Erde an eben diesen Positionen auf der Umlaufbahn um die Sonne?“ [Leiten Sie die Schüler zum Lernen an oder erläutern Sie den Schülern, dass der Schüler, der am meisten zur Sonne hingeneigt ist, derjenige ist, der den ersten Sommertag darstellt (Sommersonnwende der Nordhalbkugel) und dass der Schüler, der am meisten von der Sonne weggeneigt ist, den ersten Wintertag darstellt (Wintersonnwende der Nordhalbkugel). *Betonen Sie, dass beide Schüler immer noch zum Polarstern geneigt sind, obwohl ihre relative Orientierung zur Sonne unterschiedlich ist, da sie sich an verschiedenen Positionen auf der Umlaufbahn befinden.*]
91. Lassen Sie die Schüler sich wieder aufrichten und fragen Sie nach den Daten für den ersten Sommer- und Wintertag. [21.Juni Sommersonnwende – der Tag mit den meisten Tageslichtstunden; 21.Dezember Wintersonnwende – der Tag mit den wenigsten Tageslichtstunden]
92. Legen Sie die Schilder „Wintersonnwende, 21.Dezember“ und „Sommersonnwende, 21.Juni“ vor den entsprechenden Schülern auf den Boden.

**Lehrer-Tipp:** Hängen Sie die Jahreszeiten-Schilder nicht um den Hals der Schüler. Feldtests haben gezeigt, dass Schüler dadurch eher zu dem Glauben verleitet werden, dass die Positionen für die Sommer- und Wintersonnwende auf der Umlaufbahn um die Sonne wandern, als dass sie einen festen Platz relativ zur Sonne haben.

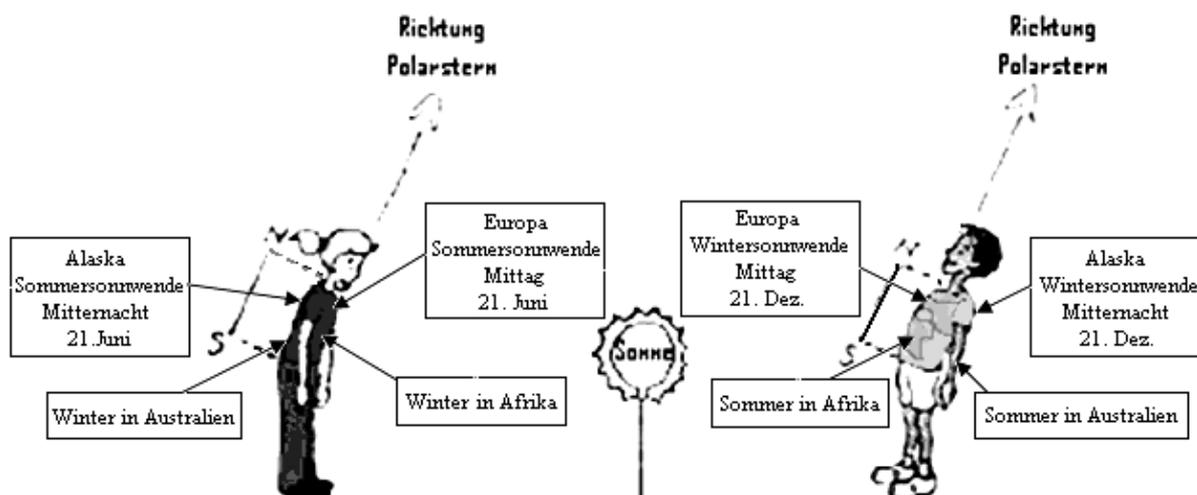
93. Suchen Sie den Schüler, der als nächstes zur *Wintersonnwende* Geburtstag hat. Lassen Sie diesen Schüler „Herr oder Frau Winter“ sein und bei dem Wintersonnwende-Schild stehen.
94. Finden Sie den Schüler, der als nächstes zur *Sommersonnwende* Geburtstag hat und machen Sie diese Person zu „Herr oder Frau Sommer“ und stellen Sie ihn zum Sommersonnwende-Schild.
95. Stellen Sie sich an die „Sommer-Position“ des Kreises und benutzen Sie eine Weltkarte oder einen Globus, um den Schülern zu zeigen, dass, wenn die Nordhalbkugel zur Sonne geneigt ist und dort Sommer ist, die Südhalbkugel von dieser weggeneigt ist und dort deshalb Winter ist.
96. Gehen Sie zur „Winter-Seite“ des Kreises und geben Sie eine ähnliche Erklärung.

97. Nutzen Sie den „Winter-Schüler“ als Modell. Der Schüler soll die Sonne ansehen (Mittag auf dem Meridian). Stellen Sie eine Reihe von Fragen, während Sie auf die passende „Körper-Geographie“ mit den Händen hinweisen:

- „Welche Tageszeit haben wir auf seinem Meridian?“ [Mittag]
- „Welche Jahreszeit haben wir in Europa?“ [Winter]
- „Welches Datum haben wir in Europa?“ [21. Dezember]
- „Welche Jahreszeit haben wir in Afrika?“ [Sommer]
- „Welches Datum haben wir in Afrika?“ [21. Dezember]
- „Welche Jahreszeit haben wir in Alaska?“ [Mitternacht]
- „Welche Jahreszeit haben wir in Alaska?“ [Winter; lassen Sie den Schüler 12 Stunden rotieren.]
- „Welches Datum haben wir in Alaska?“ [21. Dezember; die Datumsgrenze verläuft genau zwischen dem amerikanischen und dem asiatischen Kontinent.]
- Bonus: „Welche Jahreszeit haben wir in Australien?“ [Sommer]



**Lehrer-Tipp:** Eventuell müssen Sie den „Sommersonnende-Schüler“ als ähnliches Demonstrationsmodell nutzen. Sie können auch den „Sommer-“ oder „Winterschüler“ zu Mitternacht (Sonne steht direkt auf dem Rücken) rotieren lassen und dann dieselben Fragen stellen. Das wichtigste ist, dass die Schüler verstehen, dass wir eine Jahreszeit immer auf der ganzen nördlichen oder der ganzen südlichen Halbkugel zur selben Zeit, unabhängig von der Tageszeit, haben.



**Lehrer-Tipp:** Die nächsten sechs Schritte sind **sehr, sehr wichtig**, um der gängigen falschen Auffassung, dass die Entfernung der Erde zur Sonne der Grund für die Jahreszeiten sei, entgegenzutreten. Der Anfang der *Sky-Time-Stunde* kann die Schüler zu dem Glauben verleiten, dass durch die Neigung der Erde zum Polarstern die Nordhalbkugel im Sommer der Sonne näher und im Winter weiter von der Sonne entfernt sei und sie deshalb die Jahreszeiten erzeugt.

98. Lassen Sie den „Sommersonnende-Schüler“ sich wieder zum Polarstern neigen. Fragen Sie: „Ist die Nordhalbkugel (Brustkorb) dieses Schülers/dieser Schülerin näher an der Sonne als die Südhalbkugel (Hüfte bis unter dem Brustkorb)?“ [Ja, aber dies ist **NICHT** der korrekte Maßstab.]

99. Erinnern Sie die Schüler an das maßstabgerechte Modell. Fragen Sie: „Wenn die Erde so groß wie eine Füllerspitze ist, welche 15 Meter von der Grapefruit-Sonne entfernt und geneigt ist, ist dann eine Halbkugel beträchtlich näher an der Sonne verglichen mit der gesamten Entfernung der Erde zur Sonne?“ [nein]
100. Fragen Sie nach: „Was hat es also mit der Neigung, die die Halbkugel, welche von der Sonne weggeneigt ist, kälter und die Halbkugel, die zur Sonne hingeneigt ist, wärmer macht, auf sich?“
101. Lassen Sie *alle* Schüler sich von der Sonne **abneigen**, so als ob sie Winter auf der Nordhalbkugel hätten. [Alle neigen sich von der Sonne weg.] Fragen Sie: „Müsst ihr höher oder tiefer an den Himmel schauen, um die Sonne zu sehen?“ [tiefer]
102. Erklären Sie: „Wenn die Sonne tiefer am Himmel steht, verbringt sie weniger Zeit über dem Horizont und dadurch gibt es weniger Tageslichtstunden.“ Fragen Sie: „Habt ihr bemerkt, dass es im Winter weniger Tageslichtstunden als im Sommer gibt?“ [Die meisten Schüler sollten dies bemerkt haben.] Erklären Sie: „Wenn es weniger Tageslichtstunden gibt, hat die Sonne weniger Zeit die Erde aufzuwärmen. Deshalb haben wir im Winter, wenn eine Halbkugel von der Sonne abgeneigt ist, kältere Temperaturen.“
103. Teilen Sie das Arbeitsblatt „**Das Datums-Spiel**“ [AB 9] als Hausaufgabe oder als Aufgabe während der Stunde aus.

### **Einblick in die Entstehung der Jahreszeiten [Fakultative Übungen: AB 10 –AB 15]**

Dieser Teil unterstützt Lehrer, die die *Gründe für die Jahreszeiten* vertiefen wollen. Ist dies nicht der Fall, ist es möglich direkt zu Schritt 128 zu gehen ohne den Fluss der Stunde zu unterbrechen. Die „O“ und „W“ Zeichen werden für diese Passage nicht gebraucht.

104. Fragen Sie: „Was unterscheidet den Winter vom Sommer?“ [Leiten Sie die Schüler an, grundlegende Dinge zu nennen: „Es ist im Winter kälter und im Sommer wärmer.“ „Die Tage sind im Sommer länger als im Winter.“ Die Schüler werden genauso Dinge über Freizeitaktivitäten und Ferien, etc. anmerken.]
105. Fragen Sie nach: „Warum ist es im Winter kälter und im Sommer wärmer?“ „Wie können die Menschen auf der Südhalbkugel in Südafrika, Australien oder Argentinien (zeigen Sie diese Länder auf einem Globus, wenn einer zur Hand ist) gegensätzliche Jahreszeiten zu denen auf der Nordhalbkugel in Deutschland, Alaska oder den USA haben?“ Lassen Sie den Schülern fünf Minuten Zeit, um ihre Erklärung für die Gründe der Jahreszeiten in Bildern zu zeichnen oder aufzuschreiben. [Sammeln Sie die Blätter der Schüler ein, um deren Fortschritt wahrzunehmen.]

**Lehrer-Tipp:** Das Denken der Schüler sichtbar zu machen, kann Ihnen helfen, den Effekt, den die Sky-Time-Stunde bis zu diesem Zeitpunkt hat, kennenzulernen. Seien Sie nicht überrascht oder enttäuscht, wenn viele Schüler die Gründe für die Jahreszeiten immer noch nicht verstanden haben. Es ist ein schwieriges Konzept, das Zeit braucht, es zu lernen. Einige haben vielleicht schon kinästhetische Einsichten, können aber ihre Gedanken noch nicht verbal ausdrücken.

106. Gehen Sie zum Anfang der *Sky-Time-Stunde* zurück und stellen Sie die Schüler im kinästhetischen Kreis auf. Erinnern Sie die Schüler daran, dass die Form der Umlaufbahn der Erde um die Sonne nahezu ein Kreis ist und nehmen Sie Veränderungen vor, bis alle denselben Abstand zur Sonne haben. Verdeutlichen Sie, dass die jahreszeitlichen Wechsel **nicht von unterschiedlichen Entfernungen** der Erde von der Sonne **kommen** können, da die Umlaufbahn der Erde um die Sonne kreisförmig ist.

107. Lassen Sie die Schüler sich zum Polarstern neigen und platzieren Sie die „Sommer-“ und „Winter-Zeichen“. [Das „Sommer-Zeichen“ wird vor die Füße des Schülers, dessen Oberkörper am meisten zur Sonne geneigt ist, gelegt und das „Winter Zeichen“ vor die Füße des Schülers, dessen Oberkörper am meisten von der Sonne weggeneigt ist.]
108. Fragen Sie: „Sind die Zeichen am richtigen Platz?“ [Lassen Sie durch „Ja“ oder „Nein“ Handzeichen antworten. Regen Sie die Schüler zum Denken an, bis alle damit einverstanden sind, dass die Zeichen am richtigen Platz aufgestellt sind.]
109. Gehen Sie zum Schüler an der Wintersonnwende und lassen Sie ihn/sie sich zur Mittagszeit zum Polarstern neigen (Rücken nach hinten geneigt). Fragen Sie: „Warum haben wir Winter auf der Nordhalbkugel?“ Überprüfen Sie die folgende Fehlvorstellung: „Ist es so, weil die Nordhalbkugel weiter von der Sonne entfernt ist?“ [Lassen Sie durch „Ja“ und „Nein“ Handzeichen antworten.]
110. Wenn es „Ja“ Antworten gibt, lassen Sie den „Winter-Schüler“ sich aufstellen und nehmen Sie sich Zeit, um an das maßstabsgerechte Modell mit der Sonne in Grapefruitgröße und der Erde von der Größe einer Füllerspitze, die 15 Meter entfernt ist, zu erinnern. Neigen Sie die Füllerspitze um  $23,5^\circ$  von der Vertikalen ab (oder fordern Sie die Schüler auf sich die geneigte Füllerspitze vorzustellen) und fragen Sie, ob irgendein Teil der Füllerspitze im Vergleich zur gesamten Entfernung der Erde zur Sonne beträchtlich näher ist. [Arbeiten Sie daran weiter bis die Schüler damit einverstanden sind, dass die jahreszeitlichen Wechsel der Erde **nicht von der Entfernung** der Erde zur Sonne abhängen können.]
111. Leiten Sie die Untersuchung weiter an: „Wenn also die Jahreszeiten der Erde nichts mit der Entfernung der Erde von der Sonne zu tun haben, was hat es dann mit der Neigung auf sich, die es im Winter kälter und im Sommer wärmer macht?“
112. Lassen Sie den Schüler, der sich an der Wintersonnwende befindet, sich zum Polarstern neigen, während er/sie sich in der Mittagsposition befindet (Oberkörper rückwärts geneigt mit zur Sonne gerichtetem Gesicht). Fragen Sie: „Müsst ihr höher oder tiefer schauen, um die Mittagssonne zu sehen, wenn die Nordhalbkugel (Brustkorb) von der Sonne abgeneigt ist?“ [tiefer]
113. Richten Sie den „Winter-Schüler“ wieder auf und stellen Sie eine Reihe von Fragen, die alle Schüler durch ein Kette von logischen Schlüssen verstehen lassen, warum das Wegneigen die Kälte des Winters hervorruft:
- „Wenn unsere Halbkugel von der Sonne abgeneigt ist, steht die Mittagssonne tiefer am Himmel.“
  - „Wenn die Sonne am Mittag tiefer am Himmel erscheint, ist sie dann *länger* oder *kürzer* am Himmel.“ [kürzer]
  - „Wenn die Sonne weniger lang am Himmel steht, haben wir dann *weniger* oder *mehr* Tageslichtstunden?“ [weniger]
  - „Wenn wir weniger Tageslichtstunden haben, gibt es dann *mehr* oder *weniger* Zeit, um die Erde aufzuheizen?“ [weniger]
  - „Sind die Temperaturen also wärmer oder kälter?“ [kälter]

**Lehrer-Tipp:** Manchmal ist es für die Schüler schwierig zu verstehen, dass die Mittagssonne im Sommer höher am Himmel steht. Wenn es so ist, kann es hilfreich sein die Schüler ihre rechte Hand unten an das Kinn halten zu lassen (Handfläche nach unten gerichtet, die Finger zusammen und nach links gerichtet), während sie sich vorwärts und rückwärts neigen. Das erlaubt den Schülern festzustellen, wie sich die Position der Sonne relativ zur Handkante verändert. Wenn sie sich, wie im Winter, nach hinten neigen, erscheint die Sonne näher an der Handkante = näher am Horizont = tiefer am Himmel. Wenn die Schüler sich wie im Sommer nach vorne neigen, erscheint die Sonne weiter von der Handkante entfernt = weiter vom Horizont entfernt = höher am Himmel.

114. Gehen Sie nun zum „Sommersonnwende-Schüler“, der seine Neigung zum Polarstern in der „Mittags-Position“ wieder aufnehmen soll (Oberkörper nach vorne geneigt mit zur Sonne gerichtetem Gesicht). Fragen Sie: „Warum ist es Sommer auf der Nordhalbkugel?“ Fahren Sie folgendermaßen fort: „Wenn diese Halbkugel zur Sonne geneigt ist, erscheint die Sonne dann höher oder tiefer am Himmel?“ [Höher. Die Schüler können ihre Augen nach oben richten, während sie sich zur Sonne neigen.]
115. Richten Sie den „Sommer-Schüler“ wieder auf und stellen Sie eine Reihe von Fragen, die alle Schüler anleiten durch logische Schlüsse zu verstehen, warum es im Sommer, wenn die Erde zur Sonne geneigt ist, wärmer ist:
- „Wenn unsere Halbkugel zur Sonne geneigt ist, erscheint diese höher am Himmel.“
  - „Wenn die Sonne mittags höher am Himmel erscheint, ist sie dann während des gesamten Tages *länger* oder *kürzer* am Himmel?“ [länger]
  - „Wenn die Sonne längere Zeit am Himmel ist, haben wir dann *weniger* oder *mehr* Tageslichtstunden?“ [mehr]
  - „Wenn wir mehr Tageslichtstunden haben, gibt es dann *mehr* Zeit um die Erde aufzuheizen oder *weniger*?“ [mehr]
  - „Haben wir dann kühlere oder wärmere Temperaturen?“ [wärmere]
116. Verteilen Sie das Arbeitsblatt „**Kinästhetische Jahreszeiten**“ [AB 10] als Hausaufgabe oder Arbeitsauftrag innerhalb der Stunde.
117. Fragen Sie: „Welche Tageslichtzeiten sind am *kühlsten*? Sind es die Stunden, die sich näher an Sonnenaufgang und Sonnenuntergang befinden, oder die Stunden, die nahe an Mittag sind, wenn die Sonne am höchsten am Himmel steht?“ Lassen Sie Handzeichen als Antwort geben. [Die Stunden, die nahe an Sonnenaufgang und –untergang liegen, sind kälter.]
118. Erklären Sie, dass, wenn die Sonne höher am Himmel steht, die Sonnenstrahlen direkter auf uns herab scheinen und eine größere Intensität haben, die wir sogar spüren können. Auf der anderen Seite treffen die Sonnenstrahlen, wenn die Sonne tiefer am Himmel steht, in einem flacheren Winkel auf und werden über eine größere Fläche verteilt, so dass sie eine geringere Intensität haben.
119. Erklären Sie: Im Winter scheint die Sonne während der Tageslichtstunden auf einem Bogen zu wandern, der sehr tief am Himmel steht. Das heißt, dass die Intensität des Sonnenlichts, verglichen mit dem Sommer, wenn die Sonne in einem sehr viel höheren Bogen über den Himmel zu wandern scheint, im Winter um einiges geringer ist.

**Lehrer-Tipp:** Für die Taschenlampen-Demonstration, die unten beschrieben wird, ist es notwendig das Licht zu dimmen. Wenn dies in der Lernumwelt, die Sie gewählt haben, nur schwer durchführbar ist, können Sie die Schritte 120-124 überspringen und später an einem geeignetem Platz nachholen.

120. Stellen Sie die Schüler näher um sich und benutzen Sie eine Taschenlampe, um den Effekt, den die Sonnenstrahlen haben, die in einem steileren oder flacheren Winkel auftreffen, zu demonstrieren. Wenn das Licht verdunkelt ist, weisen Sie die Schüler an, den Fleck, den das Licht der Taschenlampe wirft, wenn es aus einem steilen Winkel auf den Boden auftrifft mit dem Fleck, den das Licht der Taschenlampe wirft, wenn es aus einem flachen Winkel auftrifft, zu vergleichen. [Leiten Sie die Schüler an, so dass diese bemerken können, dass das Licht, wenn es in einem flacheren Winkel auf den Boden strahlt (so wie die Sonne, wenn sie tiefer am Himmel steht), über eine größere Fläche verteilt wird und deshalb weniger intensiv ist als das Licht, das aus einem steileren Winkel auf den Boden auftrifft (wie bei der Sonne, wenn sie höher am Himmel steht) und dort als konkreter Lichtfleck zu sehen ist.]

121. Halten Sie das Licht verdunkelt, geben Sie die Taschenlampe einem Schüler und sagen Sie ihm/ihr, dass er/sie sich neben die symbolische Sonne in die Mitte des Kreises stellen soll.
122. Leiten Sie die Schüler dazu an, einen Globus mit der richtigen Neigung an der Position der Wintersonnwende der Nordhalbkugel auf der Umlaufbahn aufzustellen. [dieselbe Position wie die des „Wintersonnwende-Schülers“, nur etwas näher an der Lichtquelle] Stellen Sie die Schüler so auf, dass alle den Lichtschein auf den Globus sehen können.

**Lehrer-Tipp:** Bei großen Klassen ist es evtl. nicht möglich, dass alle Schüler gleichzeitig das Licht auf dem Globus sehen können. Wenn dies der Fall ist, ermutigen Sie die Schüler, das Experiment zu Hause durchzuführen oder Taschenlampen und Kugeln mit in die Schule zu bringen. Eine Taschenlampe und ein globusförmiges Objekt reichen für 6-8 Schüler aus, so dass alle das Experiment sehen können.

123. Lassen Sie den „Taschenlampen-Schüler“ das Licht für einige Sekunden auf die Nordhalbkugel werfen, dann für einige Sekunden auf die Südhalbkugel. Fragen Sie: „Was könnt ihr feststellen?“ „Was für Unterschiede entdeckt ihr, wenn ihr das Licht betrachtet, das auf die beiden Halbkugeln fällt?“ [Leiten Sie die Schüler an, zu erkennen, dass der Lichtschein, der auf die Halbkugel trifft, die zur Sonne hingeneigt ist, eine größere Intensität hat, und dass der Lichtschein, der auf die Halbkugel trifft, die von der Sonne abgeneigt ist, sich weiter ausbreitet.]
124. Erklären Sie, dass das intensivere Sonnenlicht auf der Erdoberfläche der Südhalbkugel diese mehr aufheizt und die wärmeren Temperaturen des Sommers erzeugt. Das weniger intensive Sonnenlicht auf der Nordhalbkugel heizt die Oberfläche der Erde weniger auf, weshalb die kälteren Temperaturen des Winters zustande kommen.
125. Schalten Sie das Licht wieder ein und stimmen Sie einen rhythmischen Reim an, der den Schülern als Erinnerungstütze dienen soll, damit sie sich besser merken können, warum es im Winter kälter und im Sommer wärmer ist:  
*Die Tageslänge zeigt dir an,  
 ob wir Sommer oder Winter hab'n.  
 Es ist wärmer oder kälter dann,  
 denn die Sonne strahlt die Erde länger oder kürzer an.  
 Auch der Einfallswinkel ihrer Strahlen ändert sich:  
 Steil im Sommer brennen fest sie dich,  
 flach im Winter wärmen sie nur zögerlich.  
 Schuld daran allein die Neigung uns'rer Erdachse ist,  
 da die Entfernung zur Sonne auf der Kreisbahn immer dieselbe ist.*
126. Lassen Sie jüngere Schüler (8. Jahrgangstufe oder jünger) den Reim aufsagen. [Ältere Schüler werden es als kindisch abtun, aber nichtsdestotrotz werden sie es als gute Gedächtnisstütze empfinden.]
127. Geben Sie den Schülern das Begriffsnetz „**Gründe für die Jahreszeiten**“ [AB 11 – AB 12] und den Lückentext „**Warum gibt es Jahreszeiten**“ [AB 13 – AB 15] als Hausaufgabe oder als Arbeitsauftrag innerhalb der Stunde. Auch die Stundenverlängerungen 1 und 2 können genutzt werden, um das Verständnis zu erhöhen, wie an unterschiedlichen Orten der Erde die Veränderungen der Jahreszeiten wahrzunehmen sind.

### Die Tag-und-Nacht-Gleichen und die „Geburtstags-Positionen“

Bilden Sie den kinästhetischen Kreis, in dem die „Sommer-“ und „Wintersonnwende-Zeichen“ bereits gesetzt sind. Die „Sternbilder-Zeichen“ liegen an ihrem Platz. Die „O“- und „W“- Zeichen werden in diesem Teil erneut benötigt.

128. Lassen Sie die Schüler sich wieder zum Polarstern neigen. Fragen Sie: „Gibt es Schüler, die weder zur Sonne hin, noch von ihr abgeneigt sind?“ [Ja. Leiten Sie die Schüler an, auf die Schüler zu achten, die sich auf beiden Seiten des Kreises nur zur Seite neigen und sich in der Mitte zwischen den Positionen der Winter- und Sommersonnwende befinden.]
129. Fragen Sie: „Wie werden diese neuen Positionen genannt, bei denen die Erde weder zur Sonne hingeneigt noch von ihr abgeneigt ist?“ [Leiten Sie die Schüler an, sich zu überlegen, wie die Tageslichtstunden im Vergleich zu den Nachtstunden verteilt sind. Damit ergibt sich der Begriff Tag-und-Nacht-Gleiche (Äquinox).]
130. Erklären Sie: „Die Sommersonnwende hat am meisten Tageslichtstunden, die Wintersonnwende am wenigsten Tageslichtstunden und die Tag-und-Nacht-Gleichen haben genauso viele Tageslichtstunden wie Nachtstunden.“
131. Fragen Sie die Schüler nach den Daten für den Herbst- und Frühlingsanfang. [Die Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche ist am 21. März, die Herbst Tag-und-Nacht-Gleiche ist am 22. September, plus oder minus einen Tag.]
132. Geben Sie den Schülern ungefähr eine Minute Zeit, damit sie sich zusammen mit ihren Nachbarn (ohne es laut zu sagen) überlegen können, wo die Schilder für die Tag-und-Nacht-Gleiche auf der Umlaufbahn um die Sonne aufgestellt werden müssen.
133. Geben Sie die „Tag-und-Nacht-Gleiche-Zeichen“ („Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche/21.März“ und „Herbst-Tag-und-Nacht-Gleiche/22.September“) den Schülern, die als nächstes zu diesen Daten Geburtstag haben. Beide sollen nun dorthin gehen, wo sie denken, dass sich ihre Tag-und-Nacht-Gleiche auf der Umlaufbahn um die Sonne befindet.
134. Wenn beide Schüler eine Position gewählt haben, fragen Sie: „Sind die Schüler an den richtigen Positionen?“ [Lassen Sie durch Handzeichen mit „Ja“ oder „Nein“ antworten.] Nun sollen die beiden „Tag-und-Nacht-Gleiche Schüler“ erklären, warum sie ihre jetzigen Positionen gewählt haben.
135. Lassen Sie die Schüler ihre Unstimmigkeiten beilegen, in dem Sie die Aufmerksamkeit auf die Umlaufrichtung der Erde um die Sonne und auf die Abfolge der Jahreszeiten lenken: Winter, Frühling, Sommer, Herbst.
136. Sagen Sie den Schülern: „Geht auf eure „Geburtstags-Position“.“ [Das hilft den Schülern die Verbindung zwischen einem Datum und der Position der Erde auf der Umlaufbahn um die Sonne herzustellen. Dies gibt den Schülern auch die Gelegenheit, den anderen ihre Geburtstage mitzuteilen.]
137. Überprüfen Sie das Ergebnis, indem Sie von jedem Schüler das Geburtsdatum abfragen. Lenken Sie die Aufmerksamkeit auf die Daten der Sonnwenden und Tag-und-Nacht-Gleichen und auf die Umlaufrichtung der Erde um die Sonne.

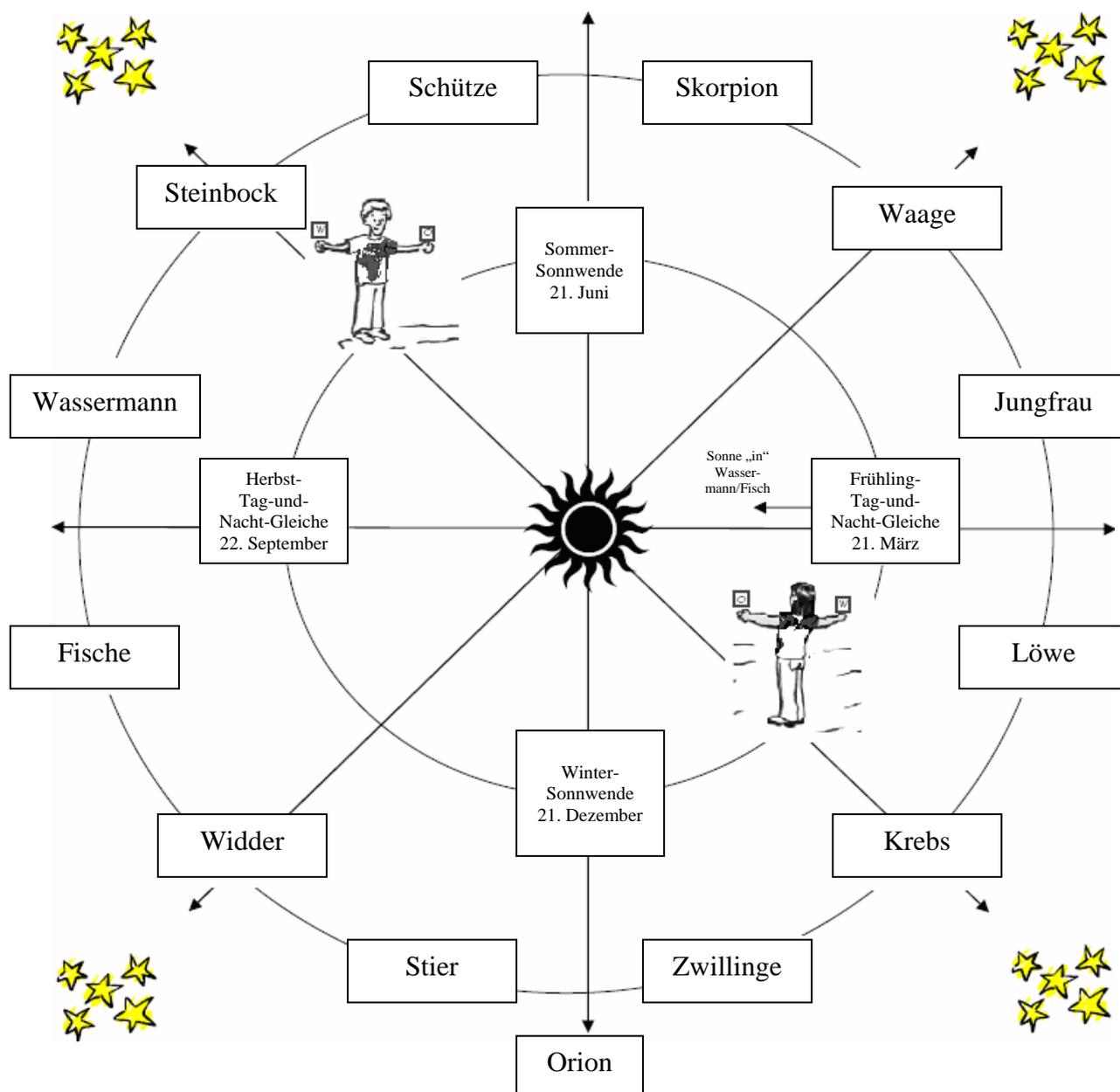
Was heißt es, ein „Löwe zu sein“? – Unterschiedliche Sterne in den verschiedenen Jahreszeiten  
[AB 16 – AB 18]

Die Schüler befinden sich auf ihrer „Geburtstags-Position“ am Mittag mit den „O“- und „W“-Zeichen in den Händen auf dem kinästhetischen Kreis. Der Sternbildkreis liegt an seinem Platz.

138. Sagen Sie den Schülern, dass sie auf Mitternacht rotieren sollen. Fragen Sie: „Könnt ihr an eurem Nachthimmel das Sternbild, das euer astrologisches Sternzeichen darstellt, erkennen?“ [Nein – und das kann für die Schüler, die ihren Geburtstag bei ihren Sternbildern gesucht haben sehr rätselhaft sein.]
139. Lassen Sie die Schüler wieder auf Mittag rotieren und auf ihr Sternbild deuten. [Jeder deutet durch die Sonne auf die gegenüberliegende Position im Kreis.] Fragen Sie: „Ist euer Sternzeichen hinter eurem Rücken zu finden?“ „Warum zeigt jeder auf die andere Seite des Kreises?“ [Lassen Sie den Schülern etwas Zeit zum Rätseln.]
140. Erklären Sie: „Euer Zeichen im Sternzeichenkreis ist euer „Sonnenzeichen“, d.h. wenn ihr an eurem Geburtstag in die Sonne schaut, ist euer Sternbild in ihrem Hintergrund. Wenn das Sonnenlicht geblockt werden würde, könntet ihr es sehen. Wenn ihr ein Löwe wärt und jetzt gerade Geburtstag hättet, könntet ihr sagen: „Die Sonne *steht im Löwen*.“
141. Fragen Sie: „Wenn wir sagen „die Sonne steht im Löwen“ heißt dies dann, dass sich die Sonne sehr nahe am Sternbild Löwe befindet?“ [Nein, Erinnern Sie die Schüler an das maßstabsgetreue Modell, bei dem die Grapefruit-Sonne in Deutschland und der sonnennächste Grapefruitstern in Grönland wäre.]
142. Fragen Sie nach: „Sehen die Menschen auf der Nachtseite der Erde verschiedene Sterne in den unterschiedlichen Jahreszeiten?“ Fahren Sie folgendermaßen fort: „Sehen wir im Sommer dieselben Sterne wie im Winter?“ Lassen Sie die Schüler, die an der „Sommersonnwend-Position“ stehen, zu Mitternacht rotieren und berichten, was sie für Sternbilder sehen. Lassen Sie nun die Schüler an der „Wintersonnwend-Position“ auf Mitternacht rotieren und ebenfalls berichten, was sie für Sternbilder sehen.
143. Lassen Sie alle Schüler auf Mitternacht rotieren. Dort sollen sie sich zwei Sternbilder, die sie sehen können, merken. Nun sollen sich die Schüler um eine  $\frac{1}{4}$  Umlaufbahn bewegen, während sie in der „Mitternachts-Position“ bleiben. [Drei Monate – die „Tag-und-Nacht-Gleiche-“ und die „Sonnwend-Schüler“ können als Orientierung dienen.] Lassen sie die Schüler sich wieder zwei Sternbilder merken, die sie jetzt sehen können. Fragen Sie: „Seht ihr in dieser neuen Jahreszeit andere Sternbilder?“ Verschieben Sie die Schüler erneut um eine  $\frac{1}{4}$  Umlaufbahn, falls dies für die Erkenntnis notwendig ist.
144. Lassen Sie einige Schüler erklären, warum wir zu verschiedenen Jahreszeiten unterschiedliche Sterne sehen. [In den unterschiedlichen Jahreszeiten schaut die Nachtseite der Erde in verschiedenen Richtungen ins All, deshalb sehen wir unterschiedliche Sterne.] [Anmerkung: Wenn die Sternzeichen-Schilder dafür nicht brauchbar sind, benutzen Sie lokale Objekte (wie Bäume, Türen, etc.), um die Sternbilder darzustellen.]
145. Geben Sie den Schülern das Arbeitsblatt „**Deine Geburtstagssterne**“ [AB 16 – AB 17] und das Lückengedicht „**Verschiedene Sterne zu unterschiedlichen Jahreszeiten**“ [AB 18] als Hausaufgabe oder als Arbeitsauftrag innerhalb der Stunde. Bei den „Geburtstagssternen“ müssen die Schüler das Sternzeichen-Diagramm unten auf dieser Seite benutzen. (Sehen Sie sich auch die Stundenverlängerung 3 an.)

**Lehrer-Tipp:** Als die Sternzeichen festgelegt wurden, stand die Sonne am Tag der Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche im Sternbild „Widder“. Momentan ist die Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche, wenn die Sonne zwischen Fische und Wassermann steht. Dies hängt mit den Schwankungen der Rotationsachse der Erde über tausende von Jahren zusammen. (Präzession) Das heißt, dass das Sternzeichen an Ihrem Geburtstag nicht mehr mit dem ursprünglich definierten übereinstimmt.

## Das Sternzeichen-Diagramm



Anmerkung: Auch wenn die Astrologie keine anerkannte Wissenschaft ist, hat sie viel dazu beigetragen die Namen der Sternzeichen populär zu machen. Diese Sternbilder markieren im jahreszeitlichen Verlauf den Weg der Sonne über den Himmel (Ekliptik).

### Kinästhetischer Geburtstag: Neigung, Rotation und Umlaufbahn

Die Schüler befinden sich in ihrer „Geburtstags-Position“ am Mittag im kinästhetischen Kreis und halten die „O“- und „W“- Zeichen in den Händen. Der Sternzeichenring befindet sich an seinem Platz.

146. Lassen Sie die Schüler mit ausgestreckten Armen und der passenden Neigung zum Polarstern starten. Laden Sie sie ein, ihren kinästhetischen Geburtstag zu erleben. [Die Schüler sollen eine Rotation mit ausgestreckten Armen vollführen, während sie sich zum Polarstern neigen.] Helfen Sie den Schülern, die nicht nach Osten rotieren oder die die Neigung ihres Nordpols zum Polarstern nicht beibehalten. Zur Erhaltung der guten Laune können Sie „Happy Birthday“ singen oder summen, während die Schüler ihre geneigte Rotation ausführen.
147. Wenn es nötig ist, wiederholen Sie den geneigten kinästhetischen Tag und lassen Sie es die Schüler erneut versuchen.
148. Fragen Sie: „Was ist die Rotationsperiode der Erde?“ [24 h; ein Tag]
149. Um eine bedeutsame Demonstration des Jahreszeiten-Wechsels vorzuführen, lassen Sie die Schüler an den Sonnwendenden und Tag-und-Nacht-Gleichen einen Schritt in den Kreis treten. Achten Sie darauf, dass die „Jahreszeiten-Schilder“ vor ihnen liegen bleiben. Die „Jahreszeiten-Schüler“ sollen in der „Mittags-Position“ mit „O“ und „W“ Zeichen stehen.
150. Lassen Sie die vier Schüler zum Sonnenuntergang rotieren, während sie ihre Neigung zum Polarstern beibehalten. Nehmen Sie alle notwendigen Änderungen vor. Weisen Sie die Schüler auf die Tatsache hin, dass sich nur die Tageszeit verändert hat. Die Neigung der Modelle zeigt immer noch zum Polarstern und die Nordhalbkugeln der Schüler sind immer noch in derselben Weise wie mittags zur Sonne orientiert.
151. Wiederholen Sie den vorangegangenen Schritt für Mitternacht und Sonnenaufgang. Lassen Sie die „Jahreszeiten-Schüler“ auf Mittag zurückdrehen und sich aufrichten.

**Lehrer-Tipp:** Wenn Sie die *Gründe für die Jahreszeiten* vertiefen, wollen Sie vielleicht diese Rotation in Etappen an allen vier Jahreszeitenanfängen nutzen, um die Schüler darauf hinzuweisen, wie die Sonne im Sommer und Winter vor oder hinter den ausgestreckten „O“- und „W“- Armen auf- und untergeht. Die Sonne geht im Sommer nördlich von Ost und West auf und unter, im Winter südlich davon. Es ist auch möglich die „Mittags-“ und „Mitternachts-Positionen“ für die Erklärung zu benutzen, warum die Sternbilder des Sternzeichenkreises im Sommer tiefer und im Winter höher am Himmel erscheinen.

152. Wählen Sie noch einen „Demo-Schüler“, der die geneigte Rotation beherrscht. Lassen Sie ihn/sie an der Herbst-Tag-und-Nacht-Gleiche zur Mittagszeit beginnen und sich zum Polarstern neigen (seitlich nach rechts geneigt). Lassen Sie die „Jahreszeiten-Schüler“ sich zum Polarstern neigen. Der „Demo-Schüler“ soll nun zum Sonnenuntergang rotieren und dabei die Neigung zum Polarstern beibehalten. [Nun ist der Rücken nach hinten geneigt. – Vergleichen Sie ihn mit dem „Wintersonnwend-Schüler“ zur Mittagszeit.]
153. Lassen Sie den „Demo-Schüler“ auf Mitternacht rotieren [Seitlich nach links geneigt – Vergleichen Sie dies mit dem Schüler an der Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche zur Mittagszeit] Lassen Sie ihn/sie zum Sonnenaufgang rotieren. [Nun ist er nach vorne geneigt. – Vergleichen Sie dies mit dem Schüler an der Sommersonnwend zur Mittagszeit.]

154. Erklären Sie: „Es ist egal, welche Tageszeit wir haben, die Orientierung der Nordhalbkugel bleibt gleich – nämlich zum Polarstern. An dieser „Tag-und-Nacht-Gleiche Position“ auf der Umlaufbahn der Erde ist keine Halbkugel zu (irgend-) einer Tageszeit zur Sonne hin- oder von ihr weggeneigt.“
155. Beginnen Sie beim Sonnenaufgang der Herbst-Tag-und-Nacht-Gleiche (nach vorwärts in Richtung Polarstern geneigt) und lassen Sie den Demo-Schüler in Umlaufrichtung (ohne Rotation) auf der Umlaufbahn von der „Herbst-“ zur „Winter-Position“ wandern, *während er sich weiterhin zum Polarstern neigt*. [An der Wintersonnwende ist der Schüler von der Sonne weggedreht in der „Mitternachts-Position“ und so geneigt, dass sein Oberkörper von der Sonne abgeneigt ist.]
156. Fragen Sie: „Hat sich die Neigung zum Polarstern von der „Herbst-Position“ bis zu dieser geändert?“ [nein] „Hat sich die relative Orientierung der Nordhalbkugel zur Sonne, verglichen mit der „Herbst-Position“ verändert?“ [ja] „Gibt es eine Halbkugel, die von der Sonne abgeneigt ist?“ [ja, die Nordhalbkugel] „Welche Jahreszeit haben wir also jetzt auf der Nordhalbkugel?“ [Winter]
157. Bestätigen Sie die Winter-Orientierung, indem Sie den „Demo-Schüler“ von Mitternacht zu Mittag rotieren lassen, wobei er die Neigung zum Polarstern beibehalten soll. [Der Schüler muss seine in der „Mitternachts-Position“ nach vorne gerichtete Neigung in eine in der „Mittags-Position“ nach hinten gerichtete Neigung wandeln, die mit der des Schülers, der schon an der „Wintersonnwende-Position“ steht, übereinstimmen muss.]
158. Erklären Sie: „Die Orientierung zur Sonne hat sich von Herbst zu Winter verändert, aber nicht, weil sich die Neigung zum Polarstern geändert hat, sondern weil sie gleich geblieben ist, während die Erde sich auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne weiterbewegt hat. Diese Kombination aus konstanter Neigung und orbitaler Bewegung erzeugt den Jahreszeiten-Wechsel von Herbst zu Winter.“

**Lehrer-Tipp:** Eine weit verbreitete Fehlvorstellung ist, dass die Erde Jahreszeiten hat, weil sich die Neigung der Erdachse ändert, während die Erde sich auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne bewegt. Das kann die Schüler veranlassen „herumzuwackeln“ oder die Neigung ihrer Achsen zu ändern, während sie sich auf dem Kreis bewegen. Diese Passage hebt hervor, dass sich die Orientierung der Erdachse *relativ zur Sonne* verändert, weil sich die Erde auf der Umlaufbahn um diese bewegt, nicht weil die Erdachse schwankt oder sich ihre Richtung, mit der sie ins All deutet, ändert. Natürlich *schwankt* die Erdachse. Dies wird Präzession genannt, aber die Achse braucht 26 000 Jahre, um einmal ganz herumzuschwanken. Für die Zeitdauer von einem Jahr ist dieses „Wackeln“ vernachlässigbar.

159. Lassen Sie den „Demo-Schüler“ (er befindet sich immer noch in der Winterposition) von Mittag bis Sonnenaufgang in Etappen rotieren und halten Sie ihn in der „Sonnenaufgangs-Position“ an [seitlich nach rechts geneigt]. Lassen Sie den „Demo-Schüler“ von der „Winter-Position“ in Umlaufrichtung (ohne Rotation) zur „Frühlings-Position“ weitergehen Er soll dabei seine Neigung zum Polarstern beibehalten. [An der „Frühlings-Position“ steht der Schüler in der „Mitternachts-Position“ seitlich nach rechts geneigt.]
160. Fragen Sie: „Hat sich die Neigung zum Polarstern von der „Winter-Position“ bis zu dieser Position geändert?“ [nein] „Hat sich, verglichen mit der „Winter-Position“, die relative Orientierung der Nordhalbkugel zur Sonne geändert?“ [ja] „Gibt es eine Halbkugel, die zur Sonne hin- oder von ihr abgeneigt ist?“ [nein] „Welche Jahreszeit haben wir also auf der Nordhalbkugel?“ [Frühling]

161. Bestätigen Sie die Frühlings-Orientierung, indem Sie den „Demo-Schüler“ von Mitternacht zu Mittag rotieren lassen, während dieser sich weiterhin zum Polarstern neigt. [Der Schüler muss seine seitliche Neigung nach rechts um Mitternacht in eine seitliche Neigung nach links an Mittag wandeln, die mit der Neigung des Schülers, der bereits an der Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche steht, übereinstimmen muss.]
162. Heben Sie hervor: „Die Orientierung zur Sonne hat sich vom Winter zum Frühling verändert, aber nicht, weil sich die Neigung zum Polarstern geändert hat, sondern weil sie gleich blieb, während sich die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne bewegte. Die Kombination aus konstanter und orbitaler Bewegung ruft den Jahreszeiten-Wechsel von Winter zu Frühling hervor.“
163. Lassen Sie den „Demo-Schüler“ von Mittag bis Sonnenaufgang in Etappen rotieren, stoppen Sie ihn in der „Sonnenaufgangs-Position“ [rückwärts geneigt]. Lassen Sie den „Demo-Schüler“ von der „Frühlings-Position“ in Umlaufrichtung zur „Sommer-Position“ wandern. Er soll dabei *seine Neigung zum Polarstern beibehalten*.
164. Fragen Sie: „Hat sich die Neigung zum Polarstern von der „Frühlings-Position“ bis zu dieser geändert?“ [nein] „Hat sich, verglichen mit der „Frühlings-Position“, die relative Orientierung der Nordhalbkugel zur Sonne verändert?“ [ja] „Gibt es eine Halbkugel, die der Sonne zu- oder abgeneigt ist?“ [Ja, die Nordhalbkugel ist der Sonne zugeneigt, die Südhalbkugel ist von ihr abgeneigt.] „Welche Jahreszeit haben wir auf der Nordhalbkugel?“ [Sommer]
165. Überzeugen Sie die Schüler von der Sommer-Orientierung, indem Sie den „Demo-Schüler“ von Mitternacht zu Mittag rotieren lassen, während er seine Neigung zum Polarstern beibehält. [Die Neigung des Schülers muss sich dabei von einer Rückwärts- in eine Vorwärtsneigung des Oberkörpers zur Mittagszeit wandeln, die mit der des Schülers, der bereits an der Sommersonnwende steht, übereinstimmt.]
166. Erklären Sie: „Die Orientierung zur Sonne hat sich von Frühling bis Sommer verändert, nicht weil sich die Neigung zum Polarstern verändert hat, sondern weil sie gleich blieb, während sich die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne weiterbewegt hat. Die Kombination aus konstanter und orbitaler Bewegung ruft den Jahreszeiten-Wechsel von Frühling zu Sommer hervor.“
167. Fragen Sie: „Wie lange ist eine Umlaufzeit der Erde um die Sonne?“ [365 Tage; ein Jahr]
168. Suchen Sie sich vier Freiwillige oder wählen Sie vier Schüler aus, die versuchen sollen die einzelnen Teile (Rotation, Neigung, Umlaufbahn) zusammenzufügen und ein Erdenjahr zu vervollständigen. Wiederholen Sie die Bedeutung der Begriffe, Neigung, Rotation, Umlaufbahn, Rotationsperiode und Umlaufzeit. Stellen Sie die vier Schüler in einen engeren Innenkreis und lassen Sie sie mittags mit der richtigen Neigung beginnen; weisen Sie sie an, nur sehr kleine Schritte zu machen, während Sie in Umlaufrichtung rotieren. [Schauen Sie darauf, dass die Schüler nicht „wackeln“ und erinnern Sie die Schüler daran, ihre Neigung immer in dieselbe Richtung, nämlich zum Polarstern, beizubehalten.]

**Lehrer-Tipp:** All die Teile (Neigung, Rotation und Umlaufbahn) zusammensetzen, kann ein bisschen chaotisch sein. Nur die kinästhetisch begabtesten Schüler werden dies auf Anhieb zu Stande bringen. Andere werden üben müssen. Wenn Sie nur ein paar Schüler diesen Teil durchführen lassen, ist der Chaos-Faktor geringer und Sie können besser kontrollieren, ob die Schüler die Erdbewegung korrekt ausführen. Außerdem ist es ein riesiger Spaß für die Klasse, ihre Kameraden bei dem Versuch alles zusammensetzen, zu beobachten.

## II d. Anwendungsmöglichkeiten/Einschätzung des neu erworbenen Wissens über Tag und Jahr [AB 19 – AB 28]

Die folgenden vier Teile beschreiben Aktivitäten, bei denen die Schüler das, was sie über Tag, Jahr und Jahreszeiten der Erde gelernt haben, anwenden müssen. Jede Lehrkraft kann die Konzepte auswählen, die sie durch den Gebrauch von kinästhetischen Techniken und mit Hilfe des während der Sky-Time-Stunde Gelernten vertiefen möchte. Der „Nachthimmel über Alaska“ [AB 19] vertieft das Verständnis der Beziehung zwischen Tag und Jahr. Der „Orion“ [AB 20 – AB 21] vertieft das Verständnis, zu welchen Tages- und Jahreszeiten welche Sterne zu sehen sind. Die Einheit zu den „Jahreszeiten von Mars und Erde“ [AB 22 – AB 23] vertieft das Verständnis der Jahreszeiten der Erde, indem das Konzept der Neigung, Umlaufbahn und Rotation auf den Planeten Mars übertragen wird (für welchen die Entfernung zur Sonne genauso viel für die Entstehung der Jahreszeiten ausmacht wie die Neigung). Als Minimum empfehlen wir die Durchführung der nachträglichen Einschätzung der Schüler [AB 24 – AB 28].

### Sehen wir heute Nacht dieselben Sterne am Nachthimmel wie die Menschen in Alaska letzte Nacht? [AB 19]

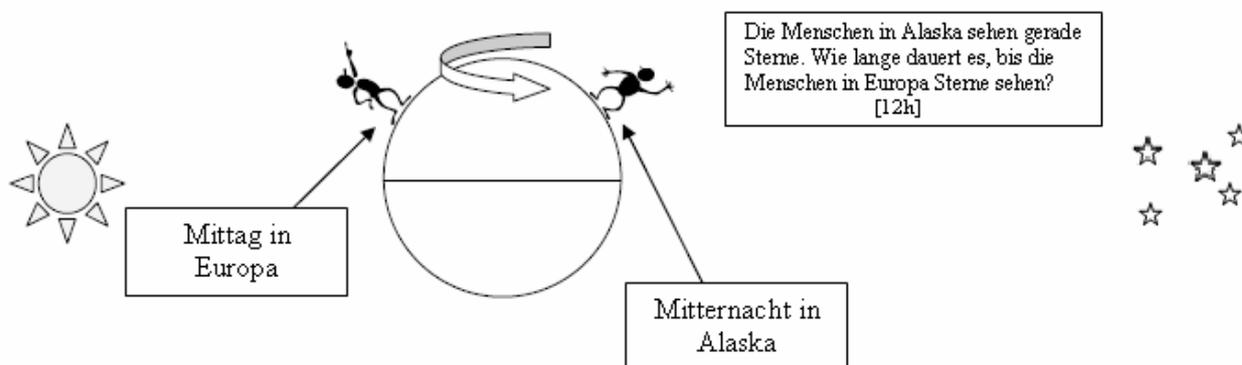
Die Schüler stehen in der „Mittags-Position“ mit den „O“- und „W“-Zeichen in den Händen im kinästhetischen Kreis. Der Sternzeichenkreis liegt an seinem Platz.

169. Fragen Sie nach: „Denkt ihr, dass wir in Deutschland heute Nacht im Großen und Ganzen dieselben Sterne sehen, wie die Menschen in Alaska letzte Nacht?“ Lassen Sie die Schüler nach ein paar Sekunden durch Handzeichen mit „Ja“ oder „Nein“ antworten [normalerweise antworten viele Schüler mit „Nein“ und begründen dies damit, dass Alaska auf der anderen Seite der Erde liegt und wir deshalb nicht dieselben Sterne sehen können].

**Lehrer-Tipp:** Diese Frage ist nicht nur auf die Überlegungen für Deutschland beschränkt. Es geht um die generelle Frage, ob die Menschen auf der einen Seite der Erde im Großen und Ganzen dieselben Sterne sehen, wie die Menschen sie auf der anderen Seite (auf demselben Breitengrad) einen Tag zuvor gesehen haben.

170. Fragen Sie: „Wie weit bewegt sich die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne während einer Rotation (während eines Tages)?“ Regen Sie mit folgender Frage zum Nachdenken an: „Wie viel Grad hat ein Kreis?“ [360°] „Aus wie vielen Tagen besteht eine ganze Umlaufbahn?“ [365 Tage] „Also, um wie viel Grad bewegt sich die Erde an einem Tag auf ihrer Umlaufbahn?“ [um ca. 1° am Tag]
171. Zeigen Sie den Schülern, um wie viel sie sich auf der Umlaufbahn während einer Erdrotation (eines Tages) fortbewegen. [Gehen Sie einen Fußbreite (entgegen des Uhrzeigersinns) auf der Umlaufbahn um die Sonne.]
172. Lassen Sie die Schüler mittags beginnen. Fragen Sie: „Welche Tageszeit haben wir in Alaska?“ [Mitternacht] „Was sehen die Menschen dort am Himmel?“ [Sterne. Nun sollen die Schüler über ihre Schultern schauen und sich ein Sternbild merken.] „Was sehen die Menschen in Deutschland?“ [die Mittagssonne]
173. Lassen Sie die Schüler auf Mitternacht rotieren. Fragen Sie: „Wie viele Stunden braucht die Erde, um auf diese Position zu rotieren?“ [Leiten Sie die Schüler zu der Antwort: 12 Stunden = ½ Tag] Fragen Sie: „Wie weit ist die Erde in dieser Zeit auf ihrer Umlaufbahn vorgerückt?“ [ca. ½°]

174. Teilen Sie das Arbeitsblatt „**Der Nachthimmel in Alaska**“ [AB 19] aus. Lassen Sie die Schüler das Arbeitsblatt in Partnerarbeit bearbeiten: „Denkt ihr, dass die Menschen in Deutschland diese Nacht dieselben Sterne sehen, wie die Menschen in Alaska letzte Nacht?“ Sagen Sie den Schülern, dass sich die Menschen in Deutschland und Alaska auf demselben Breitengrad befinden. [Das ist wichtig, da die Sterne, die gesehen werden können, auf verschiedenen Breitengraden unterschiedlich sind. Lesen Sie dazu auch Frage 3.]



**Lehrer-Tipp:** Das Arbeitsblatt fordert die Schüler auf, eine eigene kinästhetische Demonstration zu erfinden, um ihre Antworten zu überprüfen. Die Schüler sollen dafür auf alle vorhandenen Requisiten Zugriff haben und neue erfinden können. Schüler können bei ihren Demonstrationen sehr erfinderisch sein. Einige oder alle Demonstrationen können der Klasse vorgeführt werden. Dies dient auch der Überprüfung.

### Wer kann Orion wann sehen?[AB 20 – AB 21]

Die Schüler sollen mittags auf ihrer „Geburtstags-Position“ mit den „O“ und „W“ Zeichen in den Händen im kinästhetischen Kreis stehen. Der Sternzeichenkreis muss an seinem Platz liegen. Benutzen Sie den Antwortbogen für Lehrer [AB 21].

175. Platzieren Sie das „**Orion-Schild**“ [Material M 21] in der Richtung zwischen Zwilling und Stier so weit wie möglich entfernt. Erinnern Sie die Schüler daran, dass Sterne auf- und untergehen und, während die Nacht fortschreitet, an verschiedenen Himmelsteilen erscheinen. Fahren Sie folgendermaßen fort: „Können wir den Orion in jeder Nacht des Jahres sehen? Zu welchen Nachtstunden ist der Orion von euren Positionen aus sichtbar?“
176. Zeigen Sie den Schülern, wie sie die Frage untersuchen können, indem Sie den „Frühlings-Tag- und-Nacht-Gleiche-Schüler“ als Demonstrationsmodell verwenden. Fangen Sie mittags an. Fragen Sie: „Kann er/sie Orion sehen?“ [Nein, er geht zwar gerade im Westen unter, aber die Sonne steht am Himmel, weshalb wir ihn nicht sehen können.]
177. „Geh bitte zu Sonnenuntergang“. „Kann er/sie Orion sehen?“ [Nein, da er/sie in die falsche Richtung schaut.]
178. „Geh zur Mitternachts-Position“. „Kann er/sie Orion sehen?“ [Ja, er geht gerade im Osten auf.]
179. „Komm zur Sonnenaufgangs-Position“. „Kann er/sie Orion sehen?“ [Ja, er steht auf dem Meridian.] Lassen Sie den Schüler auf Mittag rotieren und alle bemerken, dass Orion sich zwar am Himmel befindet, aber wegen des Sonnenlichts verblasst ist.

180. Lassen Sie alle Schüler mit ausgestreckten Armen rotieren, damit sie feststellen können, ob sie zu irgendeinem Zeitpunkt der Nacht an der Position der Umlaufbahn, die sie repräsentieren, Orion sehen können. [Der Schüler an der „Wintersonnwende-Position“ kann ihn von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang sehen. Der Schüler an der „Sommersonnwende-Position“ kann das Sternbild zu keiner Tageszeit sehen, da die Sonne zwischen ihm und Orion steht. Jeder andere Schüler kann Orion in einem bestimmten Zeitraum, während seiner Nachtstunden sehen. Je näher sie an der Wintersonnwende stehen, desto länger ist Orion sichtbar.]
181. Geben Sie jedem Schüler eine Kopie des Arbeitsblattes „**Wer kann Orion wann sehen?**“ [AB 20]. Lassen Sie die Schüler mit einem Partner zusammenarbeiten und das Arbeitsblatt während der Unterrichtszeit ausfüllen.

**Vergleich der Jahreszeiten auf Mars und Erde (Vertiefung der Gründe für die Jahreszeiten)**  
[AB 22 – AB 23 ]

Diese Mars- Exkursion ist perfekt dafür geeignet die Gründe für die Jahreszeiten zu vertiefen, weil sie Schülern den Wind aus den Segeln nimmt, die verbissen an der Fehlvorstellung festhalten, dass die Jahreszeiten der Erde durch die Entfernung zur Sonne entstehen.

182. Geben Sie allen Schülern eine Kopie des Arbeitsblattes „**Vergleich der Jahreszeiten der Erde und des Mars**“ [AB 22].

Planet	Durchschnittlicher Abstand zur Sonne	Rotationsperiode	Umlaufperiode	Neigung der Achse
Erde	1 AE	24 Stunden	1 Erdenjahr	23,5°
Mars	1,5 AE	24,6 Stunden	Ca. 2 (1,88) Erdenjahre	25°

183. Lassen Sie die Schüler die Fragen mit Hilfe der Tabelle und ihres neu erworbenen Wissens über den Erdentag, das Jahr und die Jahreszeiten in Partnerarbeit bearbeiten. Ihre Antworten können niedergeschrieben sein und/oder kinästhetische Demonstrationen beinhalten, idealerweise beides.

**Lehrer-Tipp:** Die niedergeschriebenen Antworten helfen den Schülern, das kinästhetische Lernen in die gesprochene und geschriebene Sprache zu übertragen.

Mögliche kinästhetische Demonstrationen (aber sie sind nicht durch die vorgestellten beschränkt):

- 1) Man kann das Erdenjahr mit dem des Mars vergleichen, indem man demonstriert, dass der Mars, während die Erde zwei Umläufe um die Sonne macht, nur einen vollführt, was die Jahreszeiten auf dem Mars doppelt so lang macht.
- 2) Man kann zeigen, dass sich der Mars im Winter der Nordhalbkugel sehr viel näher an der Sonne befindet, als im Sommer der Nordhalbkugel.

184. Benutzen Sie den **Lösungsteil für Lehrer** [AB 23] (der Antworten auf die Schülerfragen des Arbeitsblattes beinhaltet) als Hintergrundwissen, um eine interaktive Diskussion über den Vergleich der Jahreszeiten der Erde und des Mars anzuregen.

**Was haben wir gelernt? – Eine Wissenseinschätzung nach der Stunde** [AB 24 – AB 28]

„**Was hast du gelernt?**“ [AB 24 – AB 28] ist ein abschließender Test nach der Stunde, um abschätzen zu können, wie sich das Denken und Verstehen aufgrund der *Sky-Time-Unterrichtseinheit* entwickelt hat.

185. Wählen Sie die Fragen so aus, dass sie zu den von Ihnen gewählten Konzepten und Aktivitäten passen. Vielleicht wollen Sie den Schülern auch die Möglichkeit geben, ihr Verständnis in kinästhetischer Art und Weise zu demonstrieren. Dies kann als Vorbereitung auf den Test dienen oder aber in diesem beinhaltet sein.
186. Bereiten Sie die Schüler durch eine Wiederholung der Arbeitsblätter, die während der Stunde vervollständigt wurden, vor.
187. Vergleichen Sie das Resultat dieses Tests mit den ähnlichen Fragen des Einschätzungsbogens vor der Stunde [**AB 1** – **AB 3**]. Suchen Sie Anzeichen für eine Umstrukturierung des Wissens und des Verständnisses und dabei besonders Verschiebungen bei früheren Fehlvorstellungen.
188. Das ist das Ende der *Sky-Time-Stunde*.

### 3. VERLÄNGERUNGEN DER STUNDE

- 1.) Mit einem Ballon von 20 cm Durchmesser und einer Lichtquelle kann die Mitternachtssonne auf einfache, aber einprägsame Weise sichtbar gemacht werden. Blasen Sie einen blauen Ballon auf, der die Erde darstellt. Halten Sie ihn senkrecht und lassen Sie die Lichtquelle so darauf scheinen, dass nur genau eine Hälfte angestrahlt wird. [Die Linie zwischen dunkel und hell sollte genau durch den Nordpol laufen.]  
Neigen Sie die Ballonspitze nun zur Lichtquelle [so, als ob die Nordhalbkugel Sommersonnwende hätte] und merken Sie an, was mit dem Licht in der Polar-Region geschieht. Rotieren Sie den Ballon (von oben gesehen gegen den Uhrzeigersinn) und lassen Sie die Schüler beobachten, dass der Nordpol den ganzen Tag und die ganze Nacht beleuchtet ist (Polartag) und der Südpol den ganzen Tag in Finsternis liegt. Neigen Sie den Ballon nun so, als ob auf der Nordhalbkugel Winter wäre, um zu zeigen, dass nun der Nordpol den ganzen Tag über in Finsternis liegt. Wenn Sie möchten, können sie zeigen, dass bei den kleineren Breitengraden auf der zur Sonne geneigten Halbkugel ein breiteres Lichtband erscheint (mehr Sonnenlichtstunden) und ein schmaleres Lichtband auf der Halbkugel, die von der Sonne abgeneigt ist.  
(Anmerkung: Wenn die Ballonfarbe zu hell oder dunkel ist, ist der Kontrast zwischen Schatten und Licht nicht ausreichend, um sichtbare Einblicke zu erlangen. Das Beste ist, einen Ballon auszuprobieren, bevor Sie ihn in großer Anzahl kaufen.)
- 2.) Ein Solar-Motion-Demonstrator (siehe Literaturhinweise und Ressourcen) ist ein ausgezeichnetes Werkzeug für jede Stunde, die sich mit den Jahreszeiten der Erde beschäftigt. Dieses einfache und billige Gerät ermöglicht es jedem Schüler, den Weg der Sonne über den Himmel zu verschiedenen Jahreszeiten und auf verschiedenen Breitengraden nachvollziehen.
- 3.) Wenn die Schüler eine Planisphäre (Sternkarte: siehe Zubehör) besitzen und sie benutzen können, können Sie die Schüler den Sternzeichenkreis selbst aufstellen lassen und genauer erläutern, welche Sterne man in den verschiedenen Nachtstunden und in den unterschiedlichen Jahreszeiten sieht. Die Schüler können dadurch auch erfahren, wie sich die Zeiten, zu denen die Sonne auf- und untergeht, während des jahreszeitlichen Kreises verändern. Zusätzlich können die Schüler größere Einblicke in die Beziehung von ekliptischem und himmlischen Äquator zu verschiedenen Jahreszeiten erlangen.
- 4.) Lassen Sie die Schüler über die Jahreszeiten des Uranus, dessen Achse um  $98^\circ$  von der Senkrechten abgeneigt ist, nachdenken.
- 5.) Der Anfang der Sky-Time-Stunde kann dazu genutzt werden, Effekte wie die Verlagerung der Erdachse innerhalb von 26 000 Jahren und andere für die Erde charakteristische orbitale Veränderungen, die nur über einen großen Zeitraum hinweg beobachtbar sind, kennen zu lernen.

### 4. LITERATURHINWEISE UND RESSOURCEN

1. Raymo, Chet, *365 Starry Nights: An Introduction to Astronomy for Every Night of the Year*, Prentice-Hall, Inc. (1982). ISBN: 0-671-76606-6
2. Rey, H.A., *The Stars: A New Way to See Them*, Houghton Mifflin Company, Boston, MA (1980). ISBN: 0-395-24830-2
3. Bennett, Jeffrey, Megan Donahue, Nicholas Schneider, Mark Voit, *The Cosmic Perspective*, Addison Wesley Longman (2004). ISBN: 0-8053-8738-2
4. Miller Planisphären und Solar Motion Demonstratoren können im Katalog der Astronomical Society of the Pacific bestellt werden: <http://www.astrosociety.org/> Klicken Sie auf "astroshop". Und wählen Sie "Kits, Tools & Instruments".
5. *A Private Universe* ist eine Video/DVD Produktion, die die Hartnäckigkeit der Fehlvorstellungen über die Jahreszeiten und Mondphasen veranschaulicht:  
21 Harvard Abgänger wurden interviewt und konnten keine wissenschaftlich korrekten Erklärungen für die Jahreszeiten geben. Um das Video zu kaufen, gehen Sie auf <http://www.learner.org> . Klicken Sie auf "Buy videos" und wählen den Typ "Private Universe" bei den Schlüsselwörtern.
6. Unter folgender Adresse können Sie die Bauanleitung für einen Solar-Motion-Demonstrator herunterladen: <http://www.lawrencehallofscience.org/pass/passv12/PASSv12SolarMotionDemo.pdf#search=%22Solar%20Demonstrator%22>

## 5. FRAGEN, DIE WÄHREND DER SKY-TIME-STUNDE HÄUFIG GESTELLT WERDEN

### Frage 1: Sternbilder scheinen auf- und unterzugehen, weil die Erde rotiert, aber bewegen sie sich selbst auch?

Ja, alle Sterne bewegen sich, aber da sie so weit entfernt sind, ist ihre Bewegung für uns mit bloßem Auge nicht wahrnehmbar und deshalb erscheinen Sternbilder mehrere Lebzeiten unverändert.

### Frage 2: Warum gibt es Sternbilder (wie den großen Wagen in den nördlichen und mittleren Breitengraden), die weder auf- noch unterzugehen scheinen, aber die ganze Nacht und das ganze Jahr über gesehen werden können?

Da die Erde um eine Achse rotiert, die zum Polarstern zeigt, scheinen sich alle Himmelsobjekte um diesen Stern zu bewegen. Wenn Sie am Nordpol stehen, erscheint der Polarstern direkt über Ihrem Kopf am Himmel, kein Stern scheint auf- oder unterzugehen, aber es sieht so aus, als ob der Himmel parallel zum Horizont rotiert. In niedrigeren Breitengraden gehen die Sterne, die am Himmel nahe am Polarstern erscheinen, auch nicht auf und unter, aber sie scheinen sich in Kreisen um den Polarstern zu bewegen. Die Sterne, die weiter vom Polarstern entfernt erscheinen (z.B. weiter südlich am Himmel) kreisen auch um den Polarstern, aber die Kreise schneiden den Horizont und deshalb gehen diese Sterne auf und unter.

Wenn man sich auf dem 40. nördlichen Breitengrad befindet, erscheint der Polarstern 40° vom nördlichen Horizont versetzt und die Sterne, die 40° vom Polarstern versetzt erscheinen (so wie der große Wagen), umkreisen den Polarstern ohne auf- und unterzugehen. Diese Sterne nennt man Zirkumpolarsterne. Der Breitengrad gibt Auskunft, welche Sterne zirkumpolar sind und welche Sterne auf- und untergehen.

### Frage 3: Sehen die Menschen auf anderen Breitengraden [beispielsweise am Nordpol, Äquator und Südpol] dieselben Sterne, wenn sie den Nachthimmel betrachten?

Nein. Die Erde ist kugelförmig und wenn wir uns auf verschiedenen Breitengraden befinden, schauen wir, wenn wir direkt über uns nach oben sehen, in jeweils einer anderen Richtung ins All. Benutzen Sie einen Globus (oder ein anderes kugelförmiges Objekt) und eine kleine Puppe oder Action-Figur, um zu zeigen, wie sich die „Über-Kopf“-Richtung verändert, wenn man die Position der Puppe auf verschiedenen Breitengraden von einem Pol zum anderen verschiebt.

### Frage 4: Wenn die Sonne ein Stern ist, warum ist sie dann so viel größer als die anderen Sterne?

Die anderen Sterne sind sehr viel weiter von uns entfernt als die Sonne. Die Sonne ist ungefähr 150 Millionen km entfernt, der sonnennächste Stern ist 40 Billionen km entfernt. Das Licht, das wir von einem bestimmten Stern empfangen, hängt davon ab, wie weit dieser Stern entfernt ist.

### Frage 5: Wie kann man am Nachthimmel den Polarstern finden?

Am Nordpol ist der Polarstern direkt über dem Kopf am Himmel zu sehen. Auf niedrigeren Breitengraden erscheint der Polarstern näher am nördlichen Horizont. Der Polarstern ist um genau soviel Grad vom nördlichen Horizont versetzt, wie die Gradzahl des Breitengrades, auf dem Sie sich befinden. Wenn Sie sich also z.B. auf dem 40sten nördlichen Breitengrad befinden, erscheint der Polarstern um 40° vom nördlichen Horizont wegversetzt. Wenn Sie sich auf dem Äquator befinden, ist der Polarstern direkt am nördlichen Horizont zu sehen. (0° über dem nördlichen Horizont) Auf der Südhalbkugel kann der Polarstern nicht gesehen werden, da er sich unter dem nördlichen Horizont befindet.

Der Polarstern ist 500 Lichtjahre entfernt.

# Kinästhetische Astronomie

Arbeitsblätter und Aktivitäten zur Einschätzung und Vertiefung der Sky- Time- Stunde

## Inhaltsverzeichnis

<b>Arbeitsblatt oder Aktivität</b>	<b>Seitenzahl</b>
1. Was weißt du schon? (Voreinschätzungsbogen)	1-3
2. Maßstabgetreues Modell von Sonne, Erde und Mond (Ausschneideaktivität)	4
3. Die Struktur des Weltalls (Lückentext)	5
4. Körper- Geographie (Arbeitsblatt)	6
5. Kinästhetische Tageszeiten (Arbeitsblatt)	7
6. Rotation und Umlaufbahn (Arbeitsblatt)	8
7. Das Datums-Spiel (Arbeitsblatt)	9
8. Kinästhetische Jahreszeiten (Arbeitsblatt)	10
10. Gründe für die Jahreszeiten (Begriffsnetz)	11-12
11. Warum gibt es Jahreszeiten? (Lückentext)	13-15
12. Deine Geburtstagssterne (Arbeitsblatt)	16-17
13. Verschiedene Sterne zu verschiedenen Jahreszeiten (Gedicht)	18
14. Der Nachthimmel in Alaska (Arbeitsblatt)	19
15. Wer kann wann den Orion sehen? (Arbeitsblatt und Lösungsblatt)	20-21
16. Vergleich der Jahreszeiten der Erde und des Mars (Arbeitsblatt und Lösung)	22-23
17. Was hast du gelernt? (Lernzielkontrolle)	24-28

Name: \_\_\_\_\_

## Was weißt du schon?

1. Zeichne Pfeile, um die Kästchen mit der richtigen Stelle auf der Erde zu verbinden!

Europa



Afrika

Südpol

Nordpol

2. Zeichne auf dem Bild der Erde den ÄQUATOR ein!

3. Ordne die folgenden Objekte nach ihrer Größe vom kleinsten (1) zum größten (3)!

\_\_\_ Erde

\_\_\_ Mond

\_\_\_ Sonne

4. Ordne die folgenden Objekte nach ihrer Entfernung zur Erde vom Erd-nächsten (1) zum entferntesten (3)!

\_\_\_ Sonne

\_\_\_ Mond

\_\_\_ Polarstern

5. Wie viele Sterne gibt es in unserem Sonnensystem?

\_\_\_\_\_

6. Wie konnten die Menschen vor der Erfindung von Uhren und Kalendern wissen, welcher Tag gerade war? Was ist ein Tag? Was ist ein Jahr?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Wenn es da, wo du gerade bist, Mittag ist, welche Zeit ist dann auf der anderen Seite der Erde?

\_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

**Blatt 2/3: Was weißt du schon?**

**8. Wie scheint sich die Sonne im Laufe des Tages am Himmel zu bewegen? Zeichne ihren Weg in das Diagramm!**



**9. Warum sieht es so aus, als ob die Sonne im Osten auf- und im Westen untergeht?**

---

---

---

---

**10. Scheinen Sterne und Sternbilder genauso auf- und unterzugehen?**

**Kreise ein:**    JA    NEIN

**Erkläre:** \_\_\_\_\_

---

---

---

**11. Bewegt sich die Erde im Weltall?    Kreise ein:**    JA    NEIN

**Erkläre (wenn dir Zeichnungen dabei helfen, darfst du gerne welche anfertigen):**

---

---

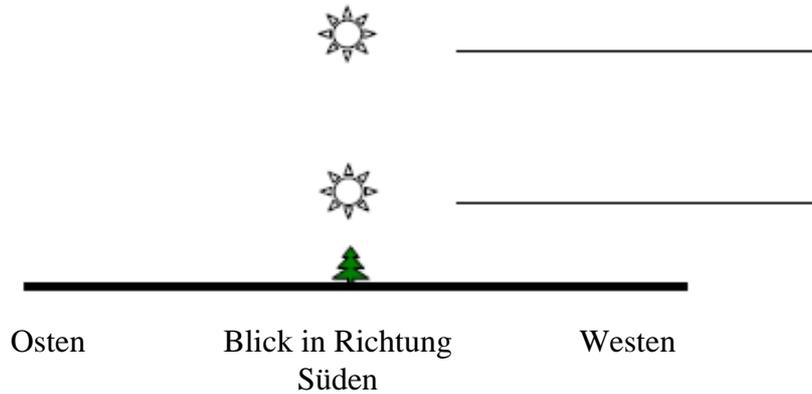
---

Name: \_\_\_\_\_

**Blatt 3/3: Was weißt du schon?**

**12. Wie oft hast du in deinem Leben die Sonne umrundet?** \_\_\_\_\_

**13. Eine dieser Sonnen stellt die Sonne im Sommer dar, die andere die Sonne im Winter! Beschrifte die Zeichnung passend!**



**14. In welcher Jahreszeit haben wir am meisten Tageslichtstunden?**

\_\_\_\_\_

**15. Warum ist es im Sommer heißer und im Winter kälter?  
(Benutze Zeichnungen, wenn sie dir bei der Erklärung helfen!)**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

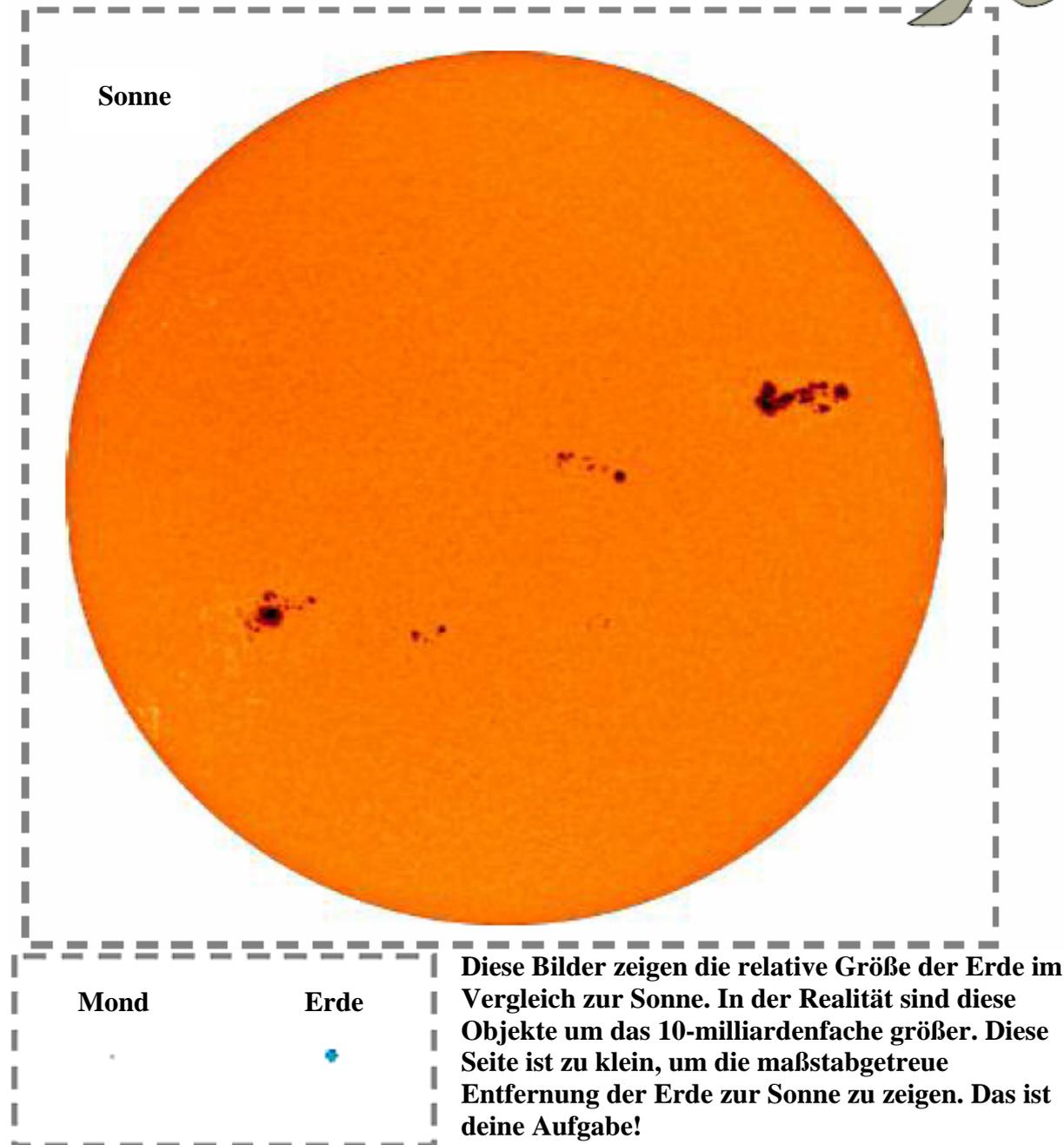
**16. Sehen wir dieselben Sternbilder in den verschiedenen Jahreszeiten?**

**Kreise ein:** JA NEIN

**Erkläre (wenn dir Zeichnungen dabei helfen, darfst du gerne welche anfertigen):**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# Maßstabsgetreues Modell von Sonne, Erde und Mond



Sagen wir, du hättest auch noch den Stern, der in der Milchstraße der Sonne am nächsten ist, zum Ausschneiden. Wie weit wäre dieser im maßstabgetreuen Modell von der Sonne entfernt?

**Schneide die Bilder an der gestrichelten Linie aus. Dann miss 15 Meter ab. An das eine Ende legst du die Sonne, an das andere die Erde. Jetzt hast du dein eigenes maßstabgetreues Modell!**

**Antwort:** Alpha Centauri wäre in diesem Modell 4000 Kilometer entfernt. Die Ausschneide-Sonne wäre also in Deutschland und der Ausschneide-Stern in Grönland.

Name: \_\_\_\_\_

## Die Struktur des Weltalls

Trage die folgenden Wörter an der richtigen Stelle in die Lücken ein. ~~Streiche~~ jedes Wort, das du benutzt hast!

Asteroiden	Galaxie	Meteoriten	umkreist	Sonnensystems	Sonne
Kometen	Galaxien	Mond	Planeten	Stern	Universum
Erde	Jupiter	Monde	Planeten	Sonne	100 Milliarden

Die Sonne ist ein \_\_\_\_\_, der sich in der Mitte unseres \_\_\_\_\_ befindet. Unser Zuhause, das \_\_\_\_\_ genannt wird, ist einer von neun \_\_\_\_\_, die die \_\_\_\_\_ umkreisen. Die Erde hat einen \_\_\_\_\_, der sie jeden Monat einmal umkreist und dabei verschiedene Phasen zeigt.

Einige Planeten haben mehrere \_\_\_\_\_, von denen sie \_\_\_\_\_ werden.

Merkur und Venus haben keine Monde. Im Vergleich zur Größe der Sonne, der Planeten und der Monde gehören noch sehr viel kleinere Objekte, wie \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ zum Sonnensystem. Manchmal stoßen die kleineren Objekte mit den größeren zusammen. Die meisten Meteore haben eine Größe zwischen einem Sandkorn und einer Erdnuss, aber sie können einen großen Lichtstreifen erzeugen, wenn sie in die Erdatmosphäre eintauchen. 1994 beobachteten Astronomen der ganzen Welt einen Kometen, der in die Atmosphäre des größten Planeten unseres Sonnensystems, der \_\_\_\_\_ genannt wird, eintauchte und auf diesem aufschlug.

Unsere \_\_\_\_\_ ist einer von ungefähr \_\_\_\_\_ Sternen, die zur \_\_\_\_\_, die wir Milchstraße nennen, gehören. Astronomen erkunden gerade \_\_\_\_\_, die so groß sind, wie Jupiter, und weit entfernte Sterne umkreisen. Das Weltall ist sehr, sehr groß, denn die Milchstraße ist nur eine von 100 Milliarden

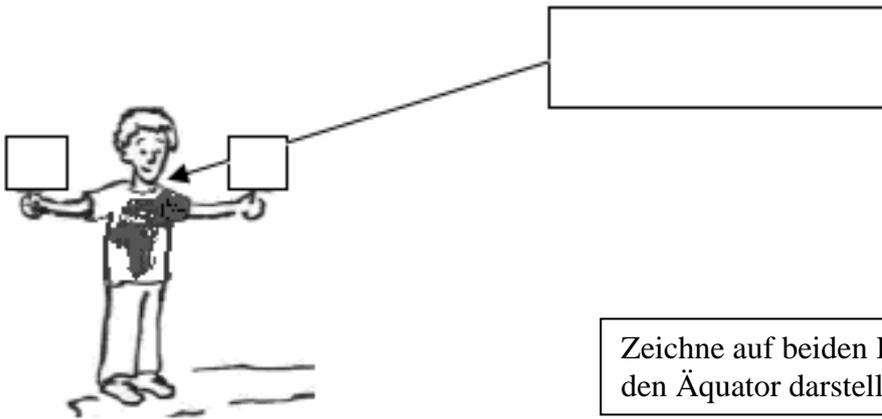
(100 000 000 000) \_\_\_\_\_ im \_\_\_\_\_!

Name: \_\_\_\_\_

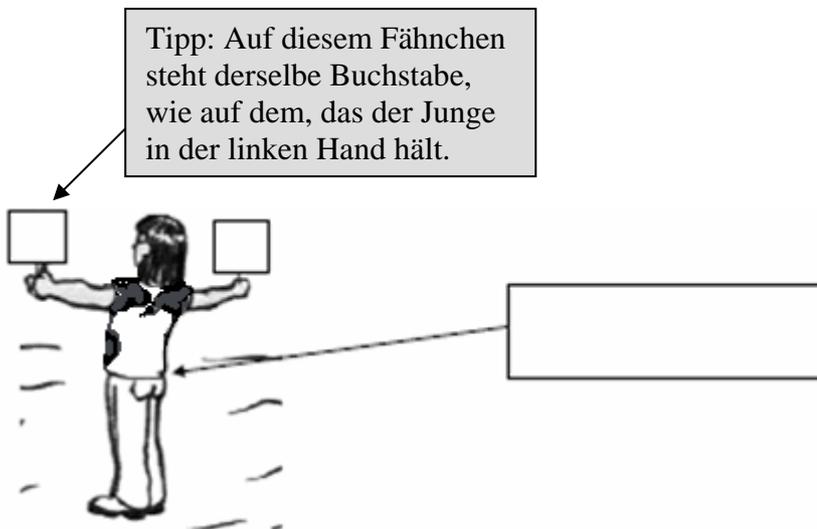
# Körper Geographie

## Anweisungen:

1. Beschrifte die Kästchen unten mit Nord- und Südpol!
2. Vervollständige die „O“ und „W“ Zeichen, die die Schüler in den Händen halten!
3. Zeichne bei den Schülern unten den Äquator ein!



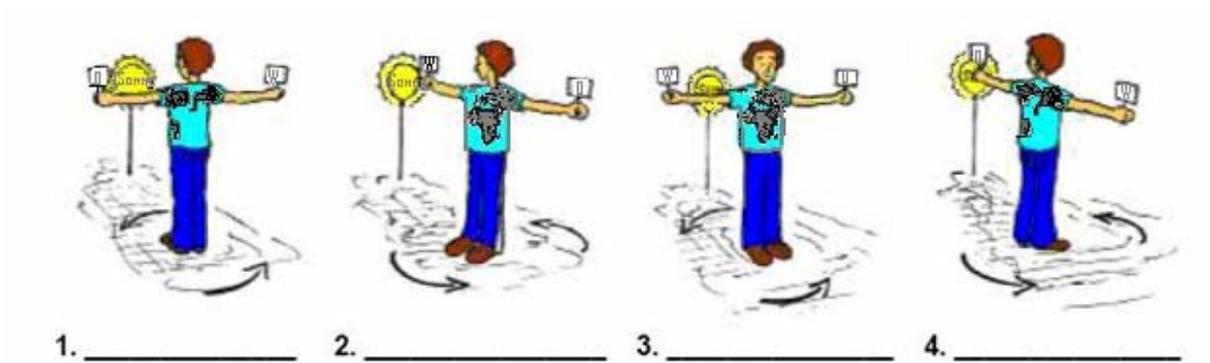
Zeichne auf beiden Kindern eine Linie ein, die den Äquator darstellt.



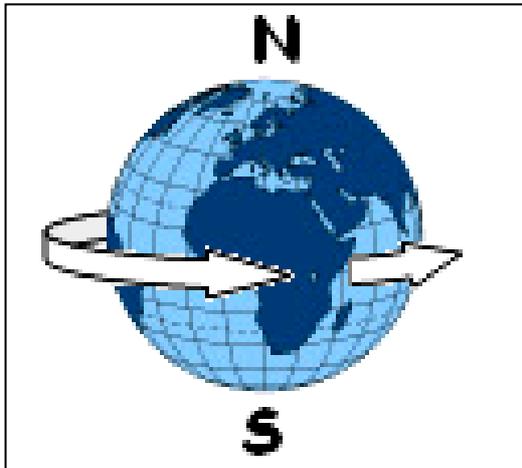
Name: \_\_\_\_\_

## Kinästhetische Tageszeiten

**A: Ordne dem rotierenden Jungen die jeweils richtige Tageszeit zu:  
Sonnenaufgang, Mittag, Sonnenuntergang, Mitternacht**



**B: Fülle die Lücken!**



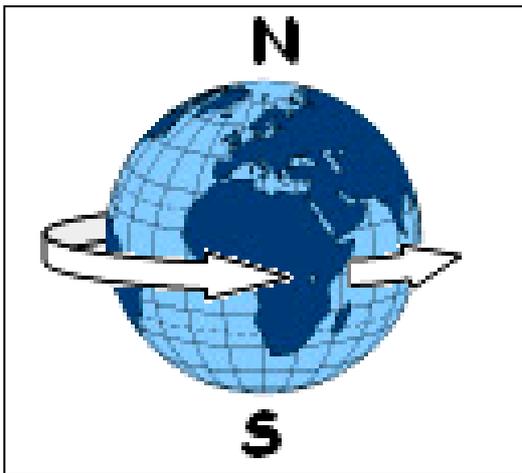
Die Erde dreht sich um ihre Achse. Wir nennen diese Bewegung \_\_\_\_\_.

Die Erde braucht \_\_\_\_ Stunden, um einmal zu rotieren. Wir nennen diese Zeitdauer Rotationsperiode der Erde.

Name: \_\_\_\_\_

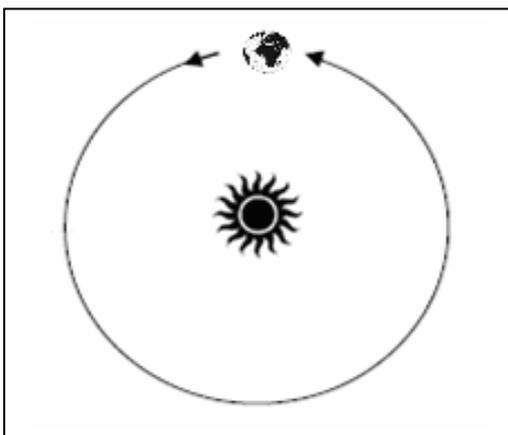
## Rotation und Umlaufbahn

**Fülle die Lücken aus!**



Die Erde dreht sich um ihre Achse. Wir nennen diese Bewegung \_\_\_\_\_.

Die Erde braucht \_\_\_\_ Stunden, um einmal zu rotieren. Wir nennen diese Zeitdauer Rotationsperiode der Erde.



Die Erde bewegt sich um die Sonne. Wir sagen, dass die Erde die Sonne \_\_\_\_\_.

Die Erde braucht \_\_\_\_ Tage, um die Sonne einmal zu umkreisen.

Wir nennen diese Zeitdauer Umlaufzeit der Erde.

Name: \_\_\_\_\_

# Das Datums-Spiel

Benutze die Zeichnung, um die 10 Lücken über die kinästhetischen Tages- und Jahreszeiten auszufüllen!

**Alle Fragen in diesem Kästchen beziehen sich auf den Jungen!**

1. Wie spät ist es auf der Linie, die in der Mitte der Vorderseite seines Körpers von oben nach unten läuft?  
\_\_\_\_\_

2. Welche Jahreszeit ist in Europa?  
\_\_\_\_\_

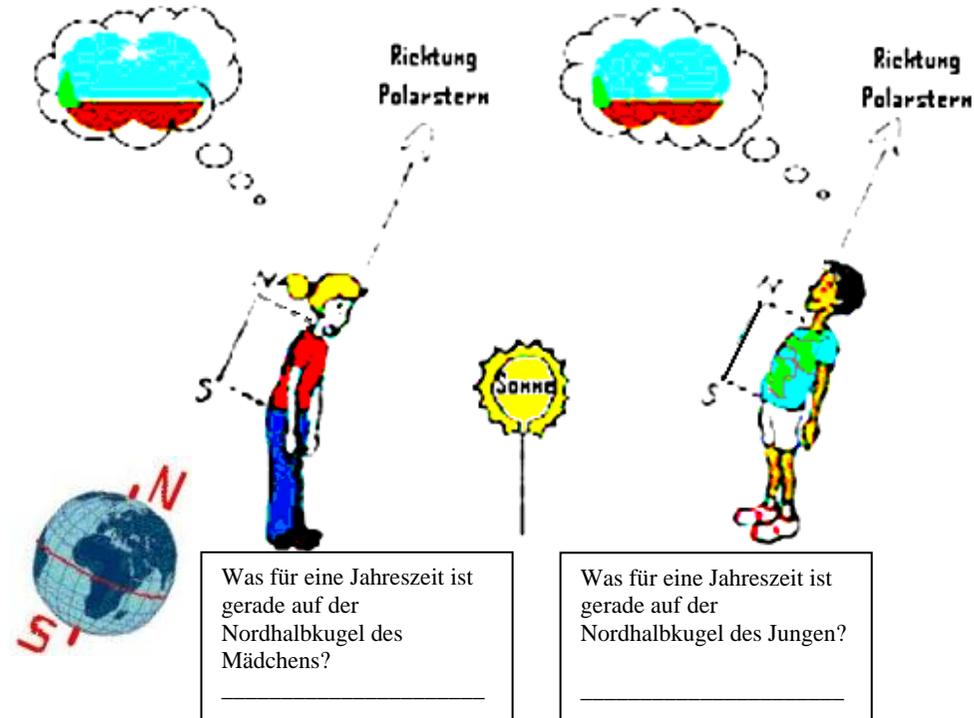
3. Welches Datum ist in Europa?  
\_\_\_\_\_

4. Welche Jahreszeit ist in Afrika?  
\_\_\_\_\_

5. Welches Datum ist in Afrika?  
\_\_\_\_\_

6. Welche Zeit ist es auf der Linie, die in der Mitte seines Rückens von oben nach unten verläuft?  
\_\_\_\_\_

7. Welche Jahreszeit ist es auf seinem Rücken (Alaska)?  
\_\_\_\_\_



Was für eine Jahreszeit ist gerade auf der Nordhalbkugel des Mädchens?  
\_\_\_\_\_

Was für eine Jahreszeit ist gerade auf der Nordhalbkugel des Jungen?  
\_\_\_\_\_

**Herausforderung:** Kannst du die Fragen auch für das Mädchen beantworten?

**Bonus:** Welche Jahreszeit ist auf dem unteren Rücken des Mädchens?  
\_\_\_\_\_

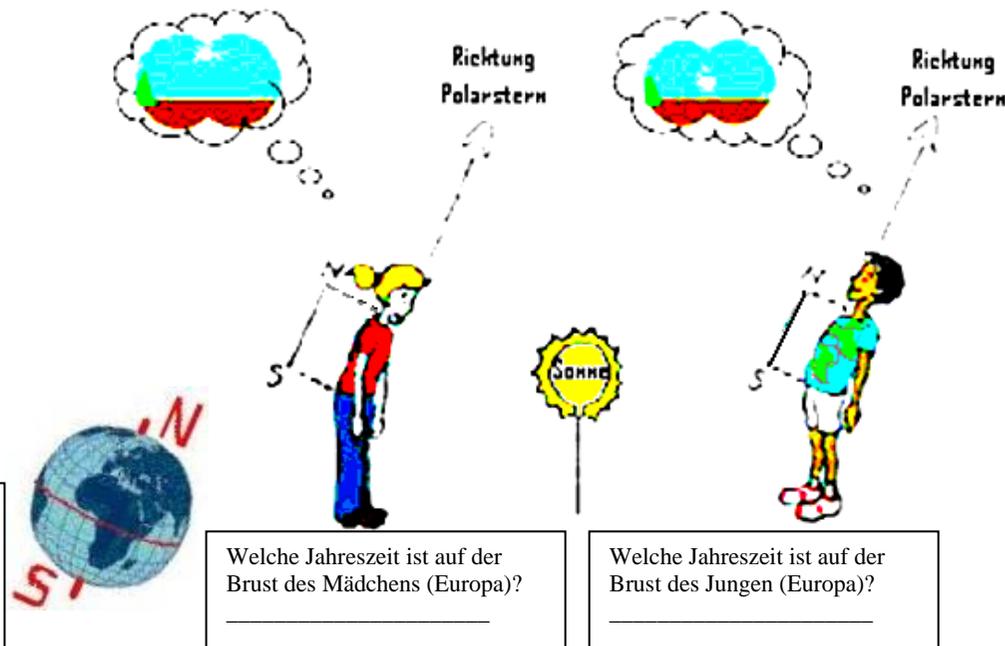
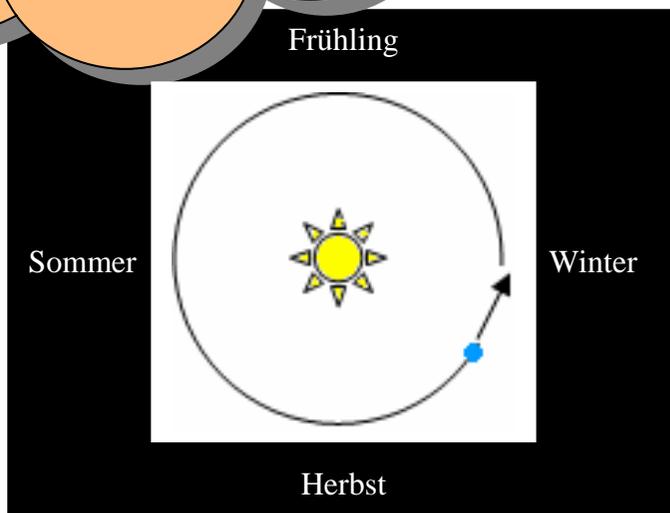
## Kinästhetische Jahreszeiten

### Merke dir:

- Die Erde braucht ein Jahr, um die Sonne einmal zu umkreisen.
- Die Umlaufbahn der Erde ist fast kreisförmig.
- Deshalb hat die Erde in allen Jahreszeiten dieselbe Entfernung zur Sonne; dies ist also nicht der Grund für die verschiedenen Jahreszeiten.

### Probiere aus:

1. Stell dir vor, dass dein Körper die Erde ist. Diese umkreist die Sonne, die von einem Luftballon dargestellt wird.
2. Dein Halsansatz ist der Nordpol der Erde. Dieser ist um  $23,5^\circ$  zum Polarstern geneigt, so wie bei den beiden Kindern unten.
3. Versuche die Sonne zu umkreisen, während du deinen Oberkörper zum Polarstern geneigt hältst.



**Tipp:** Wenn die Nordhalbkugel von der Sonne abgeneigt ist, erscheint die Sonne dann höher oder tiefer?

\_\_\_\_\_

Auf der Halbkugel, die der Sonne abgeneigt ist, ist Winter. Die Sonne erscheint weniger hoch am Himmel. Es gibt weniger Tageslichtstunden und deshalb weniger Zeit, um die Erde zu heizen. Das ist der Grund für die kälteren Temperaturen.

Welche Jahreszeit ist auf der Brust des Mädchens (Europa)?

Welche Jahreszeit ist auf der Brust des Jungen (Europa)?

Welche Jahreszeit ist auf dem oberen Rücken des Mädchens (Alaska)?

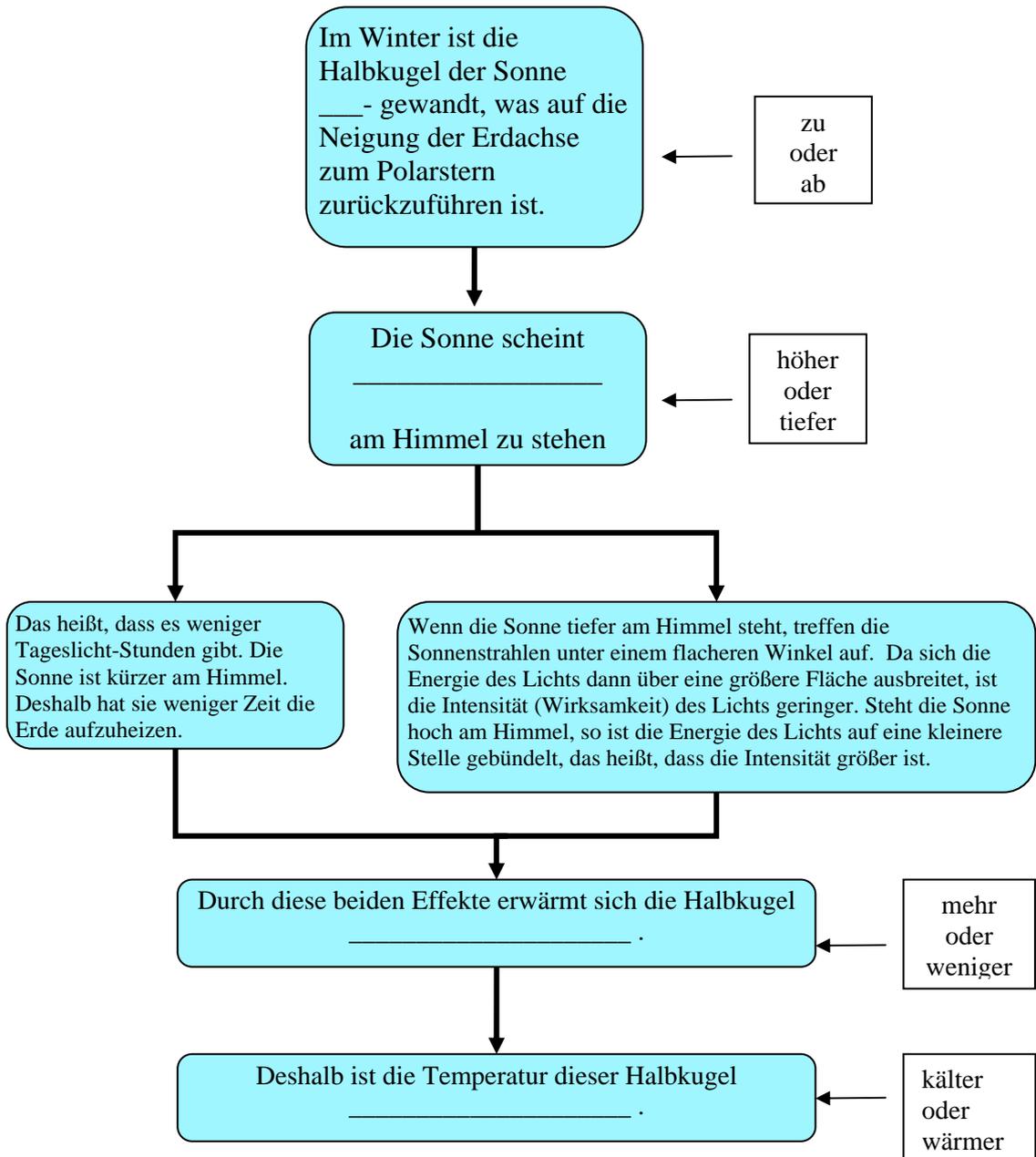
Welche Jahreszeit ist auf dem Bauch des Jungen (Afrika)?

Name: \_\_\_\_\_

## Gründe für die Jahreszeiten

### Die Jahreszeit Winter

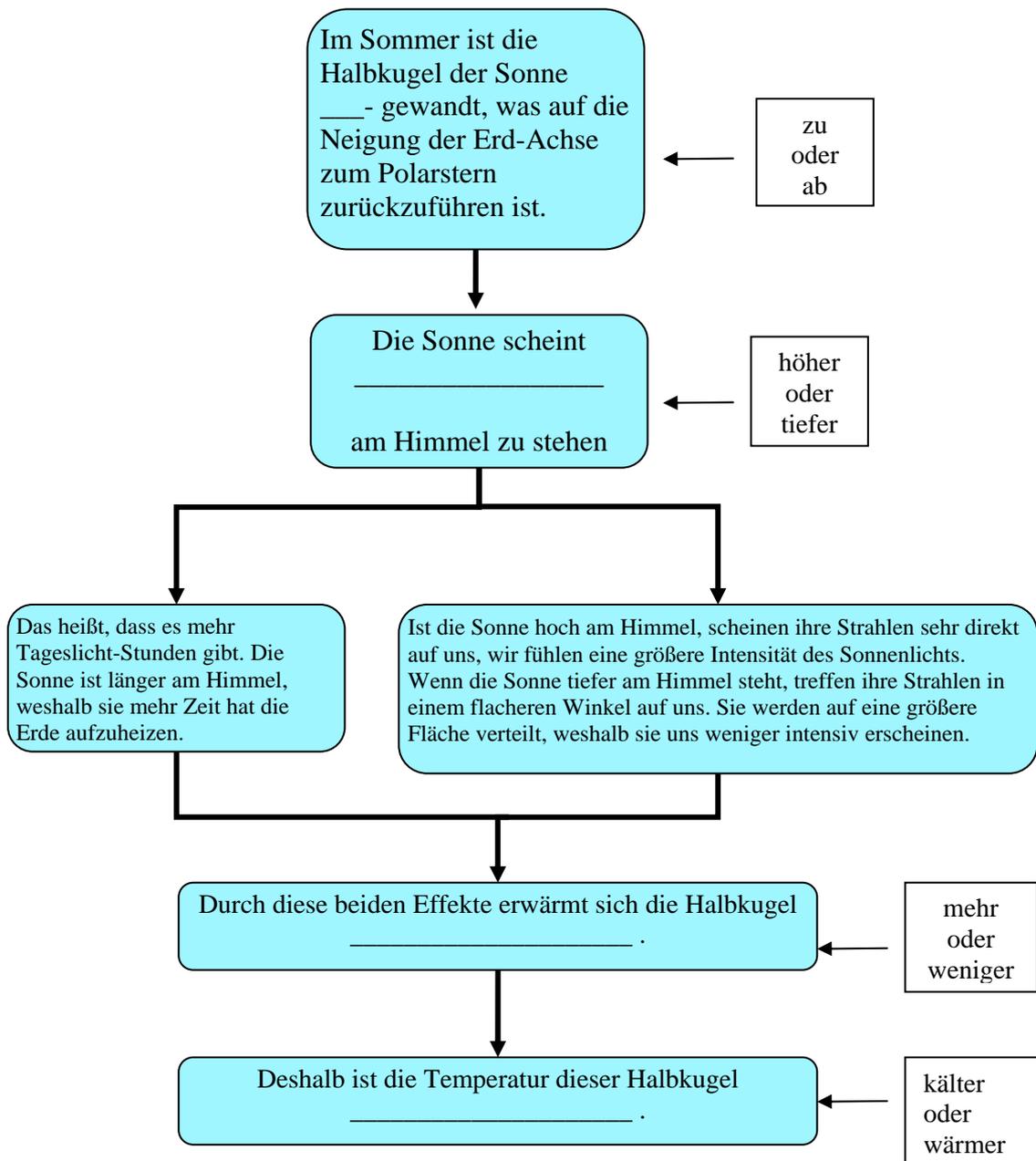
Fülle die Lücken, indem du eines der Wörter im Kästchen rechts davon auswählst!



Name: \_\_\_\_\_

## Die Jahreszeit Sommer

Fülle die Lücken, indem du eines der Wörter im Kästchen rechts davon auswählst!



Name: \_\_\_\_\_

## Warum gibt es Jahreszeiten?

Trage die folgenden Wörter an der richtigen Stelle in die Lücken ein! **Streiche jedes Wort, das du benutzt hast!**

Tag	Sonne	Winter	24	kälteren	Achse
Jahr	Polarstern	Neigung	365	wärmeren	Kreis
Sonnwende	umkreisen	Sommer	23,5	südlichen	elliptischer
Tag-und-Nacht-Gleiche	rotiert	Sommer	Halbkugel	nördlichen	

Der Planet Erde \_\_\_\_\_ innerhalb von \_\_\_\_\_ Stunden einmal um seine Achse.

Wir nennen diese Zeitdauer einen \_\_\_\_\_. Ein \_\_\_\_\_ hat \_\_\_\_\_ Tage.

Die Erde braucht ein Jahr, um einmal die \_\_\_\_\_ zu \_\_\_\_\_. Wenn ich \_\_\_\_\_ (füge dein eigenes Alter ein) Jahre alt bin, habe ich in meinem Leben \_\_\_\_\_ mal (eigene Antwort) die Sonne umkreist.

Die Umlaufbahn der Erde entspricht ziemlich genau einem \_\_\_\_\_. Deshalb verändert sich die Entfernung zwischen Sonne und Erde innerhalb des Jahres kaum. Darum ist die Erklärung für die \_\_\_\_\_ Temperaturen im Sommer und die \_\_\_\_\_ Temperaturen im Winter die Neigung der Erdachse. Die Jahreszeiten der Erde sind also **nicht** darauf zurückzuführen, dass die Erde im Sommer näher und im Winter weiter von der Sonne entfernt ist.

Die Erdachse ist um \_\_\_\_\_ Grad zu einem weit entfernten Stern, der \_\_\_\_\_ genannt wird, geneigt. Während sich die Erde um die Sonne bewegt, zeigt ihr Nordpol immer zum Polarstern, der 500 Lichtjahre entfernt ist. Die Erd-Achse bleibt also immer zum Polarstern geneigt, aber die relative Neigung zur Sonne ändert sich, während sich die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne bewegt.

Name: \_\_\_\_\_

### **Blatt 2/3: Warum gibt es Jahreszeiten?**

Wenn die Erde sich auf der einen Seite der Sonne befindet, verursacht die Neigung der Erdachse, dass die nördliche Halbkugel der Sonne zugeneigt ist. Wenn die Erde sich auf der gegenüberliegenden Seite der Sonne befindet, verursacht ebendiese \_\_\_\_\_ zum Polarstern, dass die nördliche Halbkugel der Sonne abgeneigt ist. Wenn die nördliche Halbkugel der Sonne zugeneigt ist, ist die Jahreszeit \_\_\_\_\_ auf der \_\_\_\_\_ Halbkugel und Winter auf der südlichen Halbkugel. Wenn die nördliche Halbkugel der Sonne abgewandt ist, ist die Jahreszeit auf der nördlichen \_\_\_\_\_ und Sommer auf der \_\_\_\_\_ Halbkugel.

Wenn wir von der Sonne weggeneigt sind, so wie das im \_\_\_\_\_ der Fall ist, scheint es, als ob die Sonne \_\_\_\_\_ [höher/tiefer] am Himmel steht. Das heißt, dass sich die Sonne \_\_\_\_\_ [länger/kürzer] am Himmel befindet (sie geht also später auf und früher unter), wodurch es weniger Tageslicht gibt und weshalb die Erde weniger erwärmt wird. Der Tag des Jahres, der am \_\_\_\_\_ [wenigsten/meisten] Tageslicht-Stunden hat, ist der 21. Dezember, der der erste Wintertag der Nordhalbkugel ist. Dieser Tag wird auch Wintersonnwende genannt.

Wenn wir zur Sonne hingeneigt sind, wie im \_\_\_\_\_, so scheint es, als ob die Sonne \_\_\_\_\_ [höher/tiefer] am Himmel steht. Das heißt, dass sich die Sonne \_\_\_\_\_ [länger/kürzer] am Himmel befindet (sie geht also früher auf und später unter), wodurch es länger Tageslicht gibt und weshalb mehr Zeit da ist, um die Erde zu erwärmen. Es ist auch wahr, dass die Sonnenstrahlen, wenn die Sonne höher am Himmel steht, in einem steileren Winkel auf die Erde auftreffen und dadurch intensiver wirken, als wenn die Sonne tiefer am Himmel stehen würde.

Name: \_\_\_\_\_

### **Blatt 3/3: Warum gibt es Jahreszeiten?**

Dies hilft auch bei der Erklärung, warum es im Sommer wärmer als im Winter ist. Der Tag des Jahres mit den \_\_\_\_\_ [wenigsten, meisten] Tageslicht-Stunden ist der 21. Juni, der der erste Sommertag auf der Nordhalbkugel ist. Dieser Tag wird auch Sommer-\_\_\_\_\_ genannt.

Wenn die Erde der Sonne weder zu- noch abgeneigt ist, haben wir Frühling- und Herbst-\_\_\_\_\_, das heißt, dass es ungefähr gleiche viele Stunden Tag und Nacht gibt.

**Merke: Der Neigungswinkel der Erdachse zum Polarstern und damit der Einfallswinkel des Sonnenlichts auf die Erde, sowie die Länge der Tage sind die Erklärung für die kälteren und wärmeren Jahreszeiten.**

Aber was ist mit den Jahreszeiten auf dem Mars? Die Rotations-\_\_\_\_\_ ist ungefähr genauso geneigt wie die der Erde, aber die Umlaufbahn des Mars um die Sonne ist sehr viel \_\_\_\_\_ [ovaler]. Deshalb verändert sich die Entfernung des Mars von der Sonne während des Umkreisens sehr viel mehr als die Entfernung der Erde von der Sonne. Das heißt, dass sowohl die Neigung der Rotations-Achse, als auch die näheren und weiteren Entfernungen des Mars zur Sonne die sehr viel größeren Unterschiede zwischen den Jahreszeiten bewirken.

Name: \_\_\_\_\_

## Deine Geburtstagssterne

Benutze das Sternzeichen-Diagramm, um die Fragen zu beantworten!

1. Schätze das Datum der Position, an der das Mädchen steht: \_\_\_\_\_

2. Nenne ein Sternzeichen-Sternbild, das sie um Mitternacht sehen wird!

\_\_\_\_\_

3. Schreibe zwei Namen von Sternzeichen auf, die am Tag der Sommersonnwende (21.Juni) um Mitternacht zu sehen sind!

\_\_\_\_\_

4. Sehen wir verschiedene Sterne in den unterschiedlichen Jahreszeiten?

Kreise ein:           JA    NEIN

Erkläre:

5. Wann hast du Geburtstag? \_\_\_\_\_

6. Markiere deinen Geburtstag mit einem „X“ auf dem Diagramm, damit du dessen Position auf der Umlaufbahn der Erde um die Sonne verdeutlichen kannst!

7. Schreibe hier die Namen von zwei Sternbildern auf, die an deinem Geburtstag um Mitternacht zu sehen sein werden!

\_\_\_\_\_

8. Kannst du die Konstellation, die dein Sternzeichen repräsentiert, an deinem Geburtstag am Nachthimmel sehen?

Kreise ein:           JA    NEIN

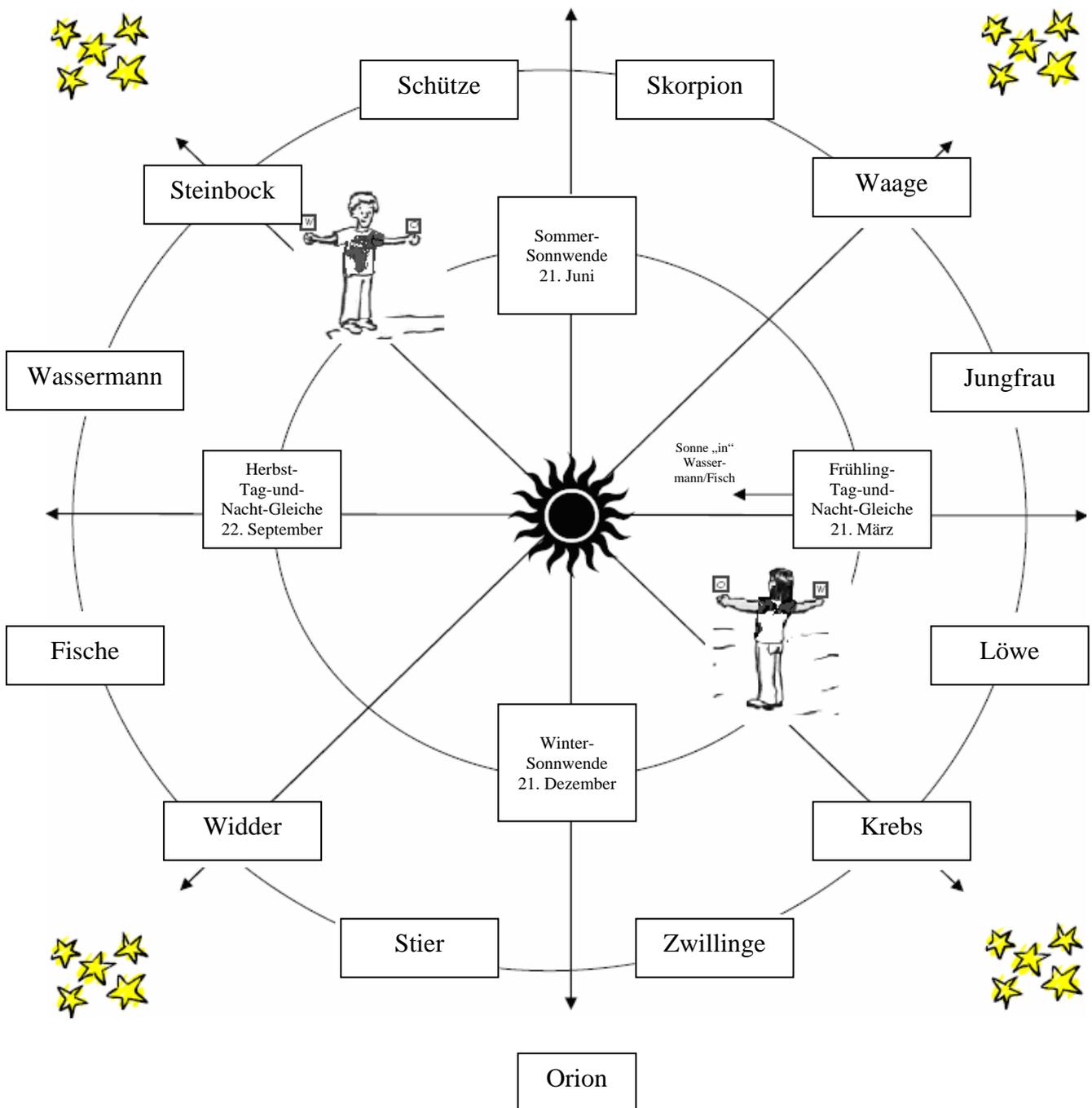
Erkläre:

Name: \_\_\_\_\_

# Das Sternzeichen-Diagramm

Benutze dieses Sternzeichen-Diagramm, um die Fragen zu beantworten!

**Denk daran:** Während der Stunde bist du auf dem inneren Kreis gestanden und hast mit deinem Körper die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne dargestellt.



Name: \_\_\_\_\_

## Verschiedene Sterne zu verschiedenen Jahreszeiten

Fülle die Lücken im Gedicht (als Hilfe dienen die unten stehenden Wörter)!

Wir haben unser Wissen über die Erde untermauert,  
und können sagen, dass eine \_\_\_\_\_ 24 Stunden dauert.  
Die \_\_\_\_\_ der Erde ist um  $23,5^\circ$  geneigt,  
der Nordpol deshalb zum \_\_\_\_\_ zeigt.  
Dies ist der \_\_\_\_\_ Grund,  
denn die Umlaufbahn der Erde ist \_\_\_\_\_ .  
Die Sterne sieht man nur in der Nacht,  
weshalb \_\_\_\_\_ im \_\_\_\_\_ unseren Schlaf bewacht.  
Da steigt er bei \_\_\_\_\_ herauf,  
und sinkt, wenn die Sonne geht wieder auf.  
Während wir uns um die Sonne bewegen,  
sind zu verschiedenen Jahreszeiten andere \_\_\_\_\_ zugegen.  
Warum ist dies der Fall?  
Das liegt an der \_\_\_\_\_ , mit der die Nachtseite schaut ins All.  
Kannst du an deinem Geburtstag dein \_\_\_\_\_ sehen?  
Nein, denn es steht hinter der \_\_\_\_\_ !  
Und schon in diese zu sehen ist für keinen eine Wonne.

JAHRESZEITEN  
RICHTUNG  
WINTER  
KREISRUND  
POLARSTERN  
STERNE

SONNENUNTERGANG  
SONNE  
ROTATIONSPERIODE  
STERNZEICHEN  
ACHSE  
ORION

Name: \_\_\_\_\_

## Der Nachthimmel in Alaska

**Schreibe die Antworten in die Lücken und erfinde eine kinästhetische Demonstration!**

1. Denkst du, dass die Menschen in Europa heute Nacht im Großen und Ganzen dieselben Sterne sehen, wie sie die Menschen in Alaska gestern Nacht gesehen haben?

**Kreise ein:            JA    NEIN**

**!STOP! Gib deine Antwort, bevor du weitermachst! Dann kannst du nämlich am Ende sehen, ob deine Antwort richtig war, oder ob du sie ändern musst.**

2. Wie lange ist eine Rotationsperiode der Erde (in Stunden)? \_\_\_\_\_

3. Wie lange ist die Umlaufzeit der Erde um die Sonne (in Tagen)? \_\_\_\_\_

4. Wie oft rotiert die Erde während eines Umlaufs um die Sonne? \_\_\_\_\_

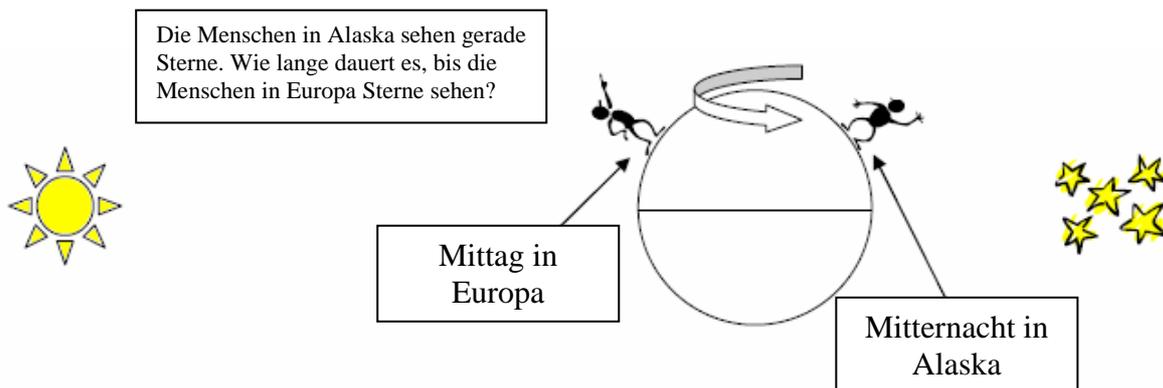
5. Wie viel Grad hat eine kreisförmige Umlaufbahn? \_\_\_\_\_°

6. Also, um wie viel Grad bewegt sich die Erde an einem Tag? \_\_\_\_\_°

**Erkläre:**

7. Schau auf das Diagramm. Wie lange braucht die Erde, um von Mittag in Europa (Mitternacht in Alaska) zu Mitternacht in Europa (Mittag in Alaska) zu rotieren? \_\_\_\_ Stunden

8. Wie weit wird die Erde **in dieser Zeit** auf ihrer Umlaufbahn gekommen sein? \_\_\_\_\_



9. Sehen die Menschen in Europa heute Nacht dieselben Sterne, wie die Menschen in Alaska letzte Nacht?

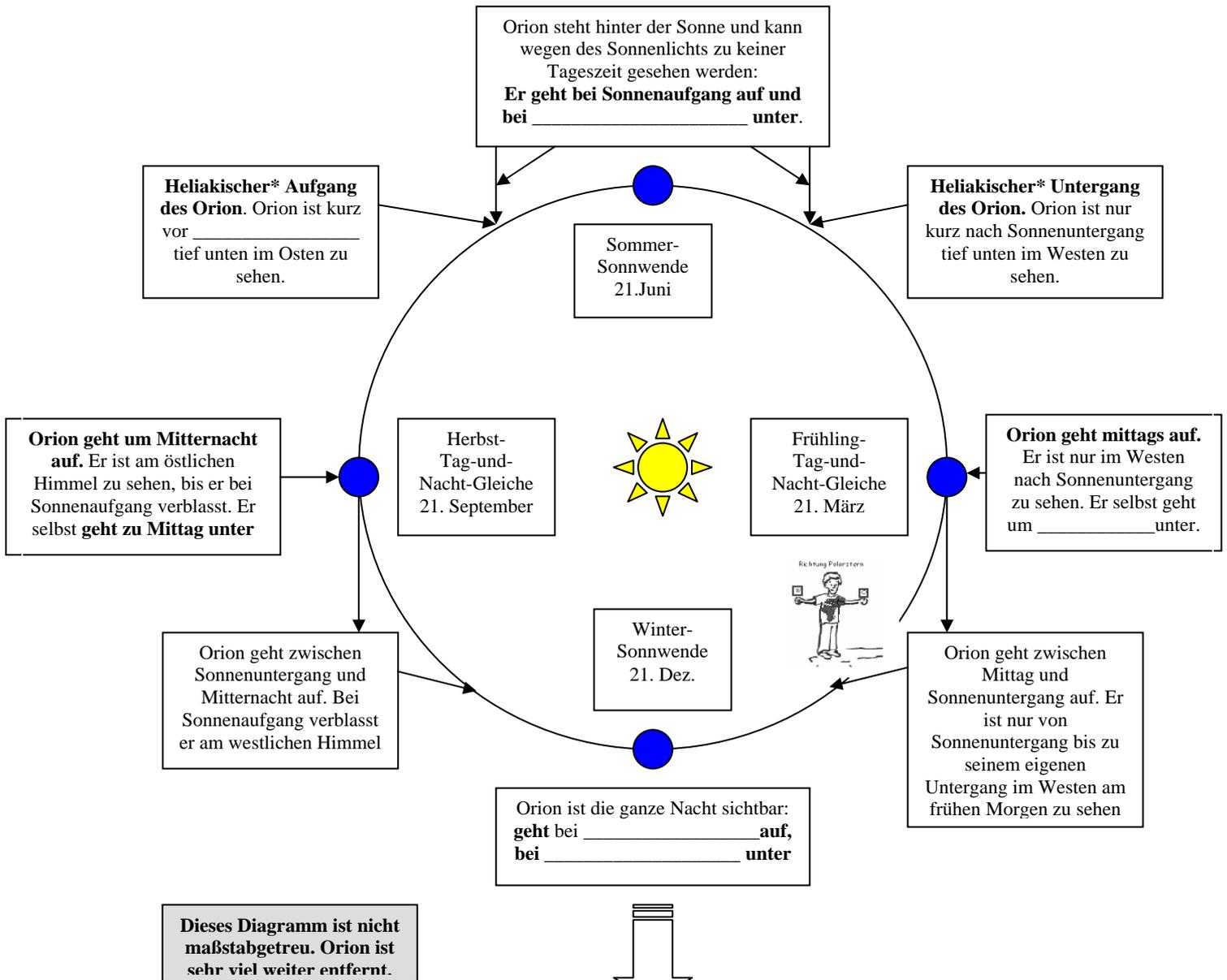
**Kreise ein:            JA    NEIN**

10. Arbeitet in Gruppen, um in einer kinästhetischen Demonstration eure Antwort zu überprüfen.

Name: \_\_\_\_\_

## Wer kann wann den Orion sehen?

Hier sind 5 Lücken. Fülle diese, indem du kinästhetische Techniken anwendest!  
Die anderen Kästchen können dir bei deinen Antworten helfen.



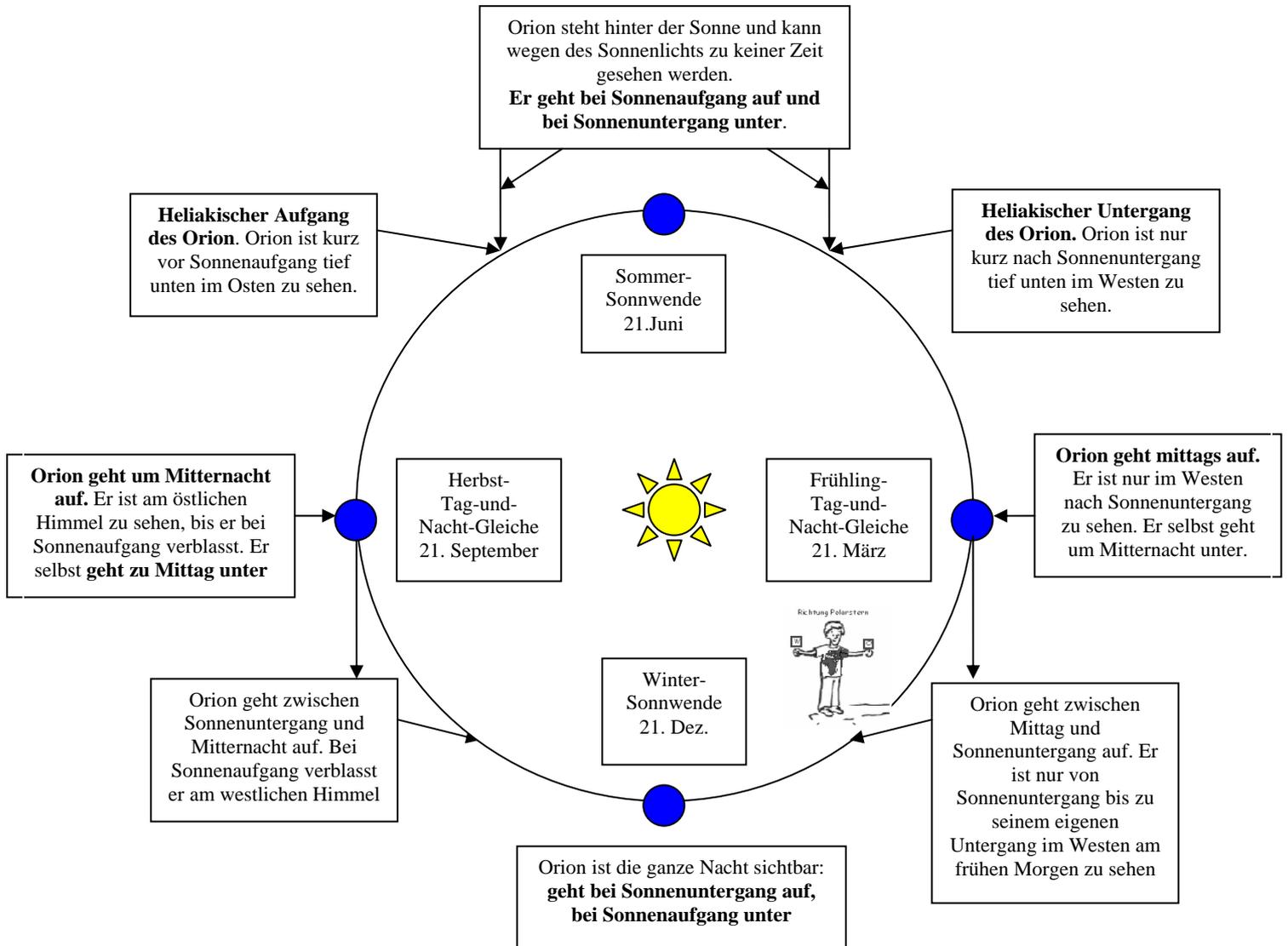
✦ *Orion* ✦

\* Helakischer Aufgang ist der erste Moment, an dem ein Stern oder Planet wieder von der Erde aus zu sehen ist. Vor diesem Augenblick war er, von seinem heliakischen Untergang an, von der Sonne verdeckt bzw. durch das Sonnenlicht nicht zu sehen.

# Wer kann wann den Orion sehen?

## Lösung für Lehrer

Benutzen Sie kinästhetische Techniken, um die Sichtbarkeit Orions zu erklären!



Dieses Diagramm ist nicht maßstabgetreu. Orion ist sehr viel weiter entfernt.

↓

# Orion

\* Helakischer Aufgang ist der erste Moment, an dem ein Stern oder Planet wieder von der Erde aus zu sehen ist. Vor diesem Augenblick war er, von seinem heliakischen Untergang an, von der Sonne verdeckt bzw. durch das Sonnenlicht nicht zu sehen.

Name: \_\_\_\_\_

# Vergleich der Jahreszeiten der Erde und des Mars

## Benutze die Informationen unten, um die Fragen zu beantworten!

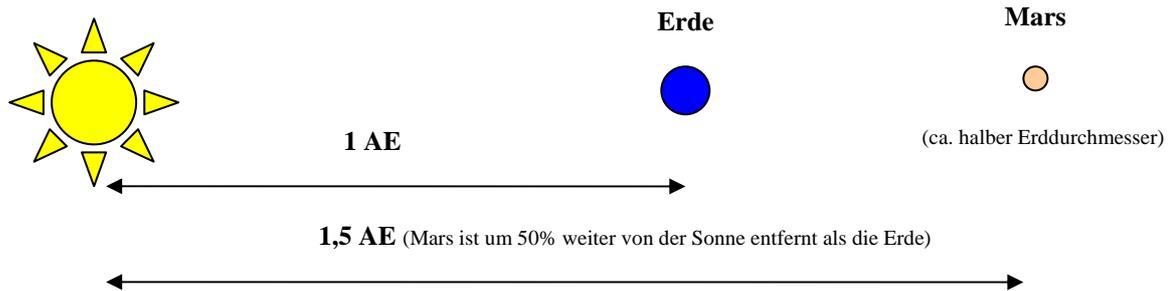
### Fragen

1. Wie lang ist ein Tag auf dem Mars? Wie lang ist dies verglichen mit der Erde?
2. Wie lange ist ein Jahr auf dem Mars? Wie lange ist dies im Vergleich zur Erde?
3. Wenn du auf dem Mars leben würdest, wärst du dann öfter um die Sonne gekreist oder weniger oft? Wie alt wärst du in Mars-Jahren?
4. Wie ist die Neigung der Mars-Achse verglichen mit der der Erde?
5. Ist es auf dem Mars, verglichen mit der Erde, grundsätzlich kälter oder wärmer? Warum?
6. Denkst du, dass es auf dem Mars Jahreszeiten gibt? Warum oder warum nicht?
7. Wie lange sind die Jahreszeiten auf der Erde? Wie lange wäre eine Jahreszeit auf dem Mars?
8. Die Umlaufbahn der Erde um die Sonne ist annähernd kreisförmig, deshalb ist die Entfernung Erde - Sonne kein bedeutender Faktor für die unterschiedlichen Jahreszeiten der Erde. Die Umlaufbahn des Mars ist sehr viel elliptischer. Denkst du, dass die Entfernung Mars - Sonne ein entscheidender Faktor für die unterschiedlichen Temperaturen in den Jahreszeiten des Mars ist? Warum oder warum nicht?

Planet	Durchschnittlicher Abstand zur Sonne	Rotationsperiode	Umlaufperiode	Neigung der Achse
Erde	1 AE *	24 Stunden	1 Erdenjahr	23,5°
Mars	1,5 AE *	24,6 Stunden	Ca. 2 (1,88) Erdenjahre **	25° ***

\* 1 AE ist eine astronomische Einheit.

Eine AE ist die durchschnittliche Entfernung zwischen Erde und Sonne (149,6 Millionen km).



\*\* Die Umlaufbahn des Mars um die Sonne ist elliptischer (ovaler) als die Umlaufbahn der Erde um die Sonne. Die Entfernung von Sonne und Mars variiert um 20% während des Jahres (von 216 Millionen km bis 264 Millionen km). Die Umlaufbahn der Erde entspricht sehr viel mehr einem Kreis. Die Entfernung von Sonne und Erde variiert nur um 3% (von 147,1 Millionen km bis 152,1 Millionen km).

\*\*\* Mars ist im Winter der Nordhalbkugel (Sommer der Südhalbkugel) der Sonne am nächsten. Im sonnennächsten Punkt bekommt Mars um 50% mehr Sonnenenergie als an dem Punkt, der am sonnenfernsten ist. Der Unterschied in der Aufnahme der Sonnenenergie am sonnennächsten und sonnenfernsten Punkt beträgt bei der Erde nur 6,6%, da ihre Umlaufbahn fast kreisförmig ist.

# Vergleich der Jahreszeiten der Erde und des Mars

## Lösung für Lehrer

### 1. Wie lang ist ein Tag auf dem Mars? Wie lang ist dies verglichen mit der Erde?

Ein Tag auf dem Mars ist 24,6 Stunden lang, also ungefähr so wie auf der Erde. Das heißt, dass die zwei Planeten ungefähr gleich schnell rotieren.

### 2. Wie lange ist ein Jahr auf dem Mars? Wie lange ist dies im Vergleich zu Erde?

Ungefähr 2 Erdenjahre. Mars braucht für eine Umrundung der Sonne doppelt so lange wie die Erde.

### 3. Wenn du auf dem Mars leben würdest, wärst du dann öfter um die Sonne gekreist oder weniger oft? Wie alt wärst du in Mars-Jahren?

Wenn du auf dem Mars leben würdest, hättest du die Sonne nur halb so oft umkreist. In Mars -Jahren wärst du also nur halb so alt.

### 4. Wie ist die Neigung der Mars-Achse verglichen mit der der Erde?

Die Neigung ist ungefähr gleich.

### 5. Ist es auf dem Mars, verglichen mit der Erde, grundsätzlich kälter oder wärmer? Warum?

Kälter, da der Mars weiter von der Sonne entfernt ist.

### 6. Denkst du, dass es auf dem Mars Jahreszeiten gibt? Warum oder warum nicht?

Ja, da die Mars-Achse, wie die der Erde, geneigt ist. Die Sonne steht also zu verschiedenen Jahreszeiten höher oder tiefer am Himmel, weshalb die Tage länger oder kürzer sind und das Sonnenlicht mehr oder weniger direkt auf die Oberfläche auftrifft. Wenn die Nordhalbkugel der Sonne zugeneigt ist, wird es dort wärmer (Sommer) und wenn sie von der Sonne abgeneigt ist, ist es kälter. Dies ist genauso wie auf der Erde.

### 7. Wie lange sind die Jahreszeiten auf der Erde? Wie lange wäre eine Jahreszeit auf dem Mars?

Die Jahreszeiten auf der Erde dauern jeweils 3 Monate. Eine Jahreszeit auf dem Mars ist in etwa zweimal so lang, da die Umlaufperiode des Mars um die Sonne doppelt so lang ist, wie die der Erde.

### 8. Die Umlaufbahn der Erde um die Sonne ist annähernd kreisförmig, deshalb ist die Entfernung Erde - Sonne kein bedeutender Faktor für die unterschiedlichen Jahreszeiten der Erde. Die Umlaufbahn des Mars ist sehr viel elliptischer. Denkst du, dass die Entfernung Mars - Sonne ein entscheidender Faktor für die unterschiedlichen Temperaturen in den Jahreszeiten des Mars ist? Warum oder warum nicht?

Im Vergleich zur Erde ist die Entfernung von Mars und Sonne sehr viel entscheidender für die Entstehung der Jahreszeiten. Der Mars ist im Winter der Nordhalbkugel (Sommer der Südhalbkugel) am sonnennächsten und im Sommer der Nordhalbkugel (Winter der Südhalbkugel) weiter von der Sonne entfernt. Das stimmt auch für die Erde, aber die Umlaufbahn des Mars ist elliptischer (wie ein Oval); deshalb nimmt der Mars in seiner sonnennächsten Position um 50% mehr Sonnenenergie auf, als an der sonnenfernsten Stelle. Dies macht die Jahreszeiten der Südhalbkugel äußerst extrem (**sehr kalt** im Winter und **sehr heiß** im Sommer). Wenn der Mars am sonnennächsten ist, können Bewegungen in der Atmosphäre ausladende Staubstürme auslösen, die das Aussehen der großen dunklen Flecken auf der Oberfläche des Mars verändern können. Wegen dieser Verlagerungen auf der Oberfläche glaubten Astronomen früher, dass auf dem Mars jahreszeitliche Wechsel des Pflanzenwachstums stattfinden. Heute wissen wir, dass es auf dem Mars keine Bäume gibt und wir wissen auch nichts von irgendwelchen anderen Lebensformen.

Name: \_\_\_\_\_

## Was hast du gelernt?

1. Wie viele Sterne gibt es in unserem Sonnensystem? \_\_\_\_\_

2. Bitte beantworte die zwei Fragen im Kasten:

# Sonnen-Modell

Wenn die Sonne so groß wäre, wie groß wäre dann die Erde, verglichen mit dieser Sonne?

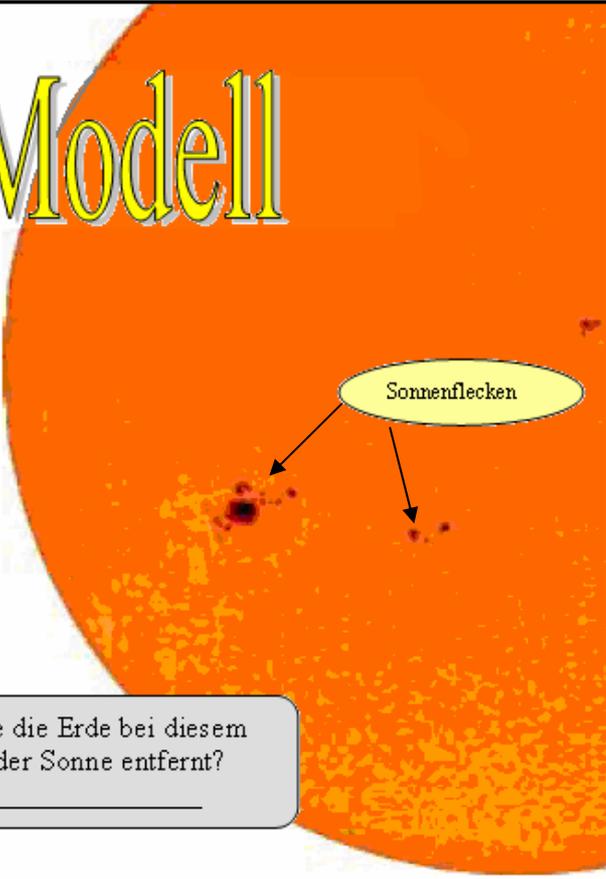
Kreise deine Antwort ein:

A 

B 

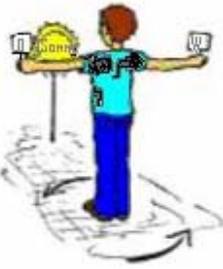
C 

Wie weit wäre die Erde bei diesem Maßstab von der Sonne entfernt?  
\_\_\_\_\_



Sonnenflecken

3. Ordne dem rotierenden Jungen die jeweils richtige Tageszeit zu:  
Sonnenaufgang, Mittag, Sonnenuntergang, Mitternacht



1. \_\_\_\_\_



2. \_\_\_\_\_



3. \_\_\_\_\_



4. \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

## Blatt 2/5: Was hast du gelernt?

### 4. Scheinen Sterne auf- und unterzugehen? Warum oder warum nicht?

---

---

---

### 5. Fülle die Lücken und zeichne Bilder, um zu verdeutlichen, was du meinst:

- a) Die Erde dreht sich um ihre Achse. Sie braucht \_\_\_\_\_ Stunden, um sich einmal um sich selbst zu drehen. Wir nennen diese Bewegung \_\_\_\_\_ .

**Zeichnung der Erde bei dieser Bewegung:**

- b) Die Erde bewegt sich um die Sonne. Sie braucht \_\_\_\_\_ Tage um einmal herumzukreisen. Wir sagen, die Erde befindet sich auf ihrer \_\_\_\_\_ um die Sonne. Wie oft hast du in deinem Leben die Sonne umkreist? \_\_\_\_\_

**Zeichnung dieser Bewegung:**

### 6. Wie oft rotiert die Erde, während eines Umlaufs um die Sonne?

---

### 7. Um ungefähr wie viel Grad (von insgesamt $360^\circ$ ) bewegt sich die Erde an einem Tag auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne weiter? \_\_\_\_\_

**Erkläre deine Antwort:**

---

---

---

Name: \_\_\_\_\_

### Blatt 3/5: Was hast du gelernt?

8. Fülle die Lücken in den Kästchen unter dem Mädchen und dem Jungen:

The diagram illustrates the concept of seasons in different hemispheres. A girl on the left is in the Northern Hemisphere (Alaska), and a boy on the right is in the Southern Hemisphere (Africa). Both are looking at the North Star (Polaris), which is labeled 'Richtung Polarstern'. A sun icon labeled 'SOMMER' is positioned between them. A globe on the left shows the equator and poles. Below each child are boxes for answers.

Welche Jahreszeit ist auf der Brust des Mädchens (Europa)?  
\_\_\_\_\_

Welche Jahreszeit ist auf der Brust des Jungen (Europa)?  
\_\_\_\_\_

Welche Jahreszeit ist auf dem oberen Rücken des Mädchens (Alaska)?  
\_\_\_\_\_

Welche Jahreszeit ist auf dem Bauch des Jungen (Afrika)?  
\_\_\_\_\_

9. Zu welcher Jahreszeit erwarten wir mehr Tageslichtstunden? Warum?

---

---

---

---

10. Warum ist es auf der Erde im Sommer heißer und im Winter kälter?

---

---

---

---

Name: \_\_\_\_\_

### Blatt 4/5: Was hast du gelernt?

#### 11. Betrachte das Sternzeichendiagramm auf der nächsten Seite und beantworte die Fragen:

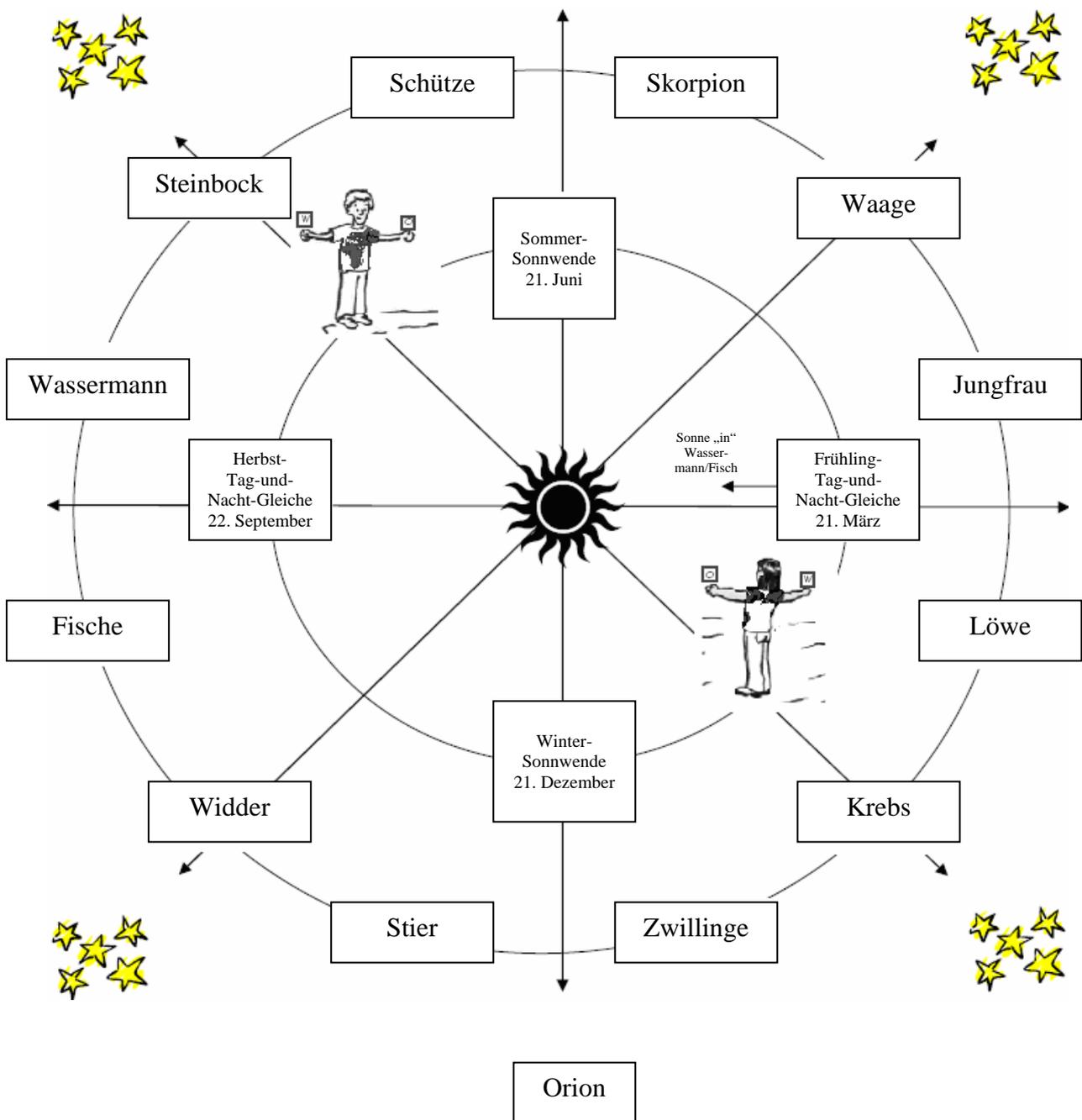
- a) Schätze das Datum der Position, auf der der Junge steht: \_\_\_\_\_
- b) Nenne eine Sternkonstellation, die er um Mitternacht sehen wird:  
\_\_\_\_\_
- c) Schätze das Datum der Position des Mädchens: \_\_\_\_\_
- d) Nenne eine Sternkonstellation, die sie um Mitternacht sehen wird:  
\_\_\_\_\_
- e) Schreibe die Namen von zwei Konstellationen auf, die am Tag der Wintersonnenwende (21. Dezember) um Mitternacht zu sehen sein werden:  
\_\_\_\_\_
- f) Sehen wir in den unterschiedlichen Jahreszeiten dieselben Sterne? Warum oder warum nicht?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- g) Schreibe hier dein Geburtsdatum auf: \_\_\_\_\_
- h) Markiere deinen Geburtstag mit einem „X“ auf dem Diagramm, um die Position deines Geburtstags auf der Umlaufbahn der Erde zu kennzeichnen!
- i) Schreibe zwei Konstellationen auf, die an deinem Geburtstag um Mitternacht zu sehen sein werden: \_\_\_\_\_
- j) Bonus: Kannst du an deinem Geburtstag um Mitternacht die Konstellation, die dein Sternzeichen repräsentiert, sehen? Erkläre deine Antwort!  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

## Blatt 5/5: Das Sternzeichen-Diagramm

**Anweisung:** Benutze dieses Diagramm, um die Fragen zu beantworten!

**Denk daran:** Während der Stunde bist du auf dem inneren Kreis gestanden und hast mit deinem Körper die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne dargestellt.



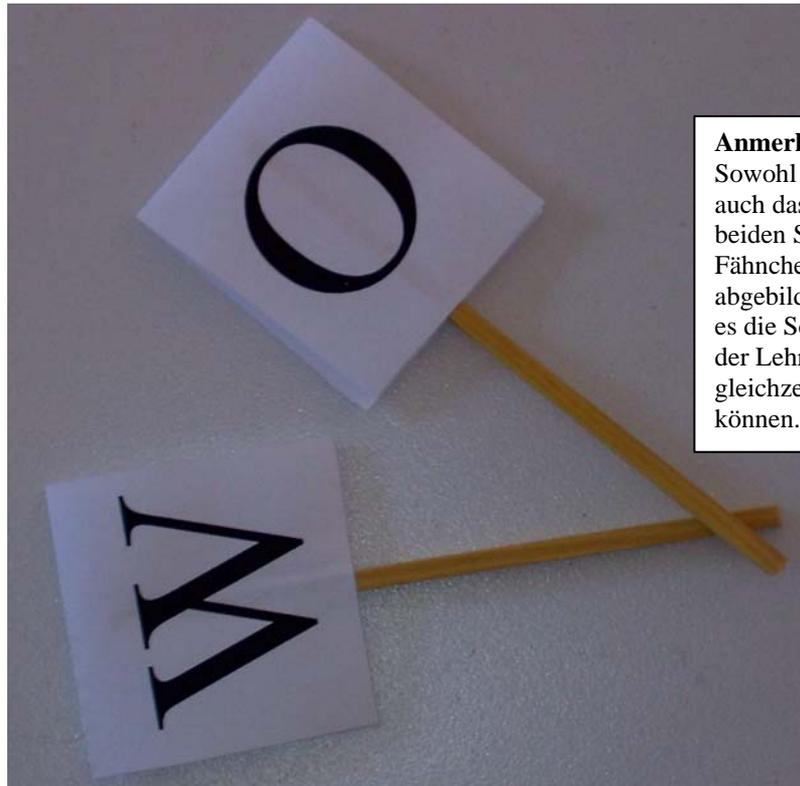
# Material für die kinästhetische Astronomie

1. Herstellung der Ost - und West - Fähnchen
2. Symbole für die Jahreszeiten
3. Die Sternzeichen und Anweisungen für ihre  
Verwendung
4. Das Sternbild Orion
5. Druckvorlage für das „Erden-T-Shirt“

# Herstellung der „O“ und „W“ Fähnchen

Die Ost- und West-Fähnchen sind für die kinästhetische Astronomie-Stunde sehr wertvolle Helfer. Ost und West kann auch durch Handzeichen dargestellt werden, aber Versuche haben gezeigt, dass die Verdeutlichung durch die Fähnchen größeren Nutzen hat.

Material: Kopiergerät, Schneidemaschine, Klebestift, je zwei Eisstile (oder etwas ähnliches) pro Schüler



**Anmerkung:**  
Sowohl das O, als auch das W ist auf beiden Seiten des Fähnchens abgebildet, so dass es die Schüler und der Lehrer gleichzeitig sehen können.

## **Anleitung für 30 Schüler:**

1. Pro Schüler müssen jeweils eine zusammenklappbare „O“- und „W“- Karte kopiert werden. Sie können dazu die Vorlagen auf der folgenden Seite [M 2](Seite zehnmal kopieren) benutzen.
2. Schneiden Sie die ausgedruckten Seiten an der gestrichelten Linie aus.
3. Sie erhalten so jeweils 30 „O“- und „W“- Karten, die Sie nun über den Kopfenden der Buchstaben an der gepunkteten Markierung zusammenfalten müssen.
4. Kleben Sie einen Eisstil oder etwas ähnliches (siehe Foto) zwischen die zusammengeklappten Karten. Die Zeichen sind nun einsatzbereit.

O

W

O

O

W

O

W

O

W

W

O

W

# WINTER

## SONNWENDE



# 21. Dezember

# FRÜHLING

**TAG-UND-NACHT-GLEICHE**



**21. März**

# **SOMMIER**

---

## **SONNWEDE**



## **21. JUNI**

# HERBST

**TAG-UND-NACHT-GLEICHE**



**21. September**

# Anleitung für das Erstellen und Aufstellen des Sternzeichenkreises

Die Sternkreis-Zeichen werden nicht unbedingt für die kinästhetische Astronomiestunde benötigt. Sie können auch andere Objekte der Lernumgebung benutzen, um die Sterne zu repräsentieren. Feldtests aber haben den Nutzen dieser Zeichen gezeigt.

**ERSTELLUNG DER ZEICHEN:** Drucken Sie die 12 Sternkreis-Zeichen, egal ob farbig oder schwarz und weiß, aus. [Material: M 9 - M 20]. Um die Zeichen öfter benutzen zu können, ist es am besten sie zu laminieren. Wenn Sie die Zeichen aufhängen möchten, so dass sie in der Lernumgebung leichter gesehen werden können, lochen Sie sie an der Oberkante mit einem Locher und ziehen Sie ein Band (50 cm) durch die Löcher.

**MATERIALIEN:** Ein Objekt, das die Sonne repräsentiert. Die 12 laminierten Sternkreis-Zeichen, auf denen der Name und die Sternbilder zu sehen sind und die vier Jahreszeiten-Schilder, auf denen die Daten der zwei Tag- und-Nacht-Gleichen und Sonnwenden der Erde stehen.

**HINTERGRUNDINFORMATION UND EINFÜHRUNG:** Die Planeten umkreisen die Sonne auf ungefähr derselben Ebene. Die Sternbilder des Sternzeichenkreises\* (z.B. Löwe, Widder, etc.) liegen auf derselben Ebene wie die Sonne und die Planeten. Sie sind weit von unserem Sonnensystem entfernt, liegen aber immer noch in der Galaxie Milchstraße. Wenn wir ins All schauen, sehen wir diese Sternbilder als Kulisse während den Bewegungen der Erde und des Mondes. Der Sternzeichenkreis wird während der kinästhetischen Astronomiestunde außerhalb des Schülerkreises platziert. Dort repräsentiert er die Position der Erde im All, während ihres Umlaufs um die Sonne.

## AUFSTELLEN DES STERNZEICHENKREISES FÜR DIE KINÄSTHETISCHE ASTRONOMIESTUNDE:

1. Überlegen Sie sich, wo die kinästhetische Stunde stattfinden soll. Stellen Sie die „Sonne“ in die Mitte des Geländes/Raums. Wählen Sie die Richtung aus, in der sich die Schüler „zum Polarstern neigen“ sollen. (Sehen Sie sich die Zeichnung an.)

2. Markieren Sie die Position der Erde am 21. Juni, der Sommersonnwende. Das ist die Stelle des Kreises, an der der Oberkörper, wenn man sich zum Polarstern neigt, direkt zur Sonne geneigt ist. Legen Sie das Sommersonnwende-Zeichen, so wie im Sternzeichen-Diagramm [M 5] zu sehen ist, auf den Boden.

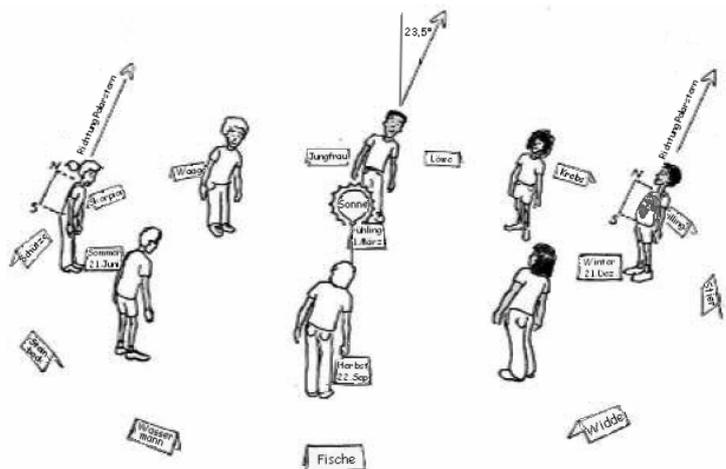
3. Gehen Sie gegen den Uhrzeigersinn einen viertel Kreis um die Sonne. Legen Sie an diesen Platz das Herbst-Tag-und-Nacht-Gleiche-Zeichen [M 6].

4. Finden Sie auf dieselbe Weise die Plätze für das Wintersonnwende-Zeichen [M 3] und das Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche-Zeichen [M 4].

5. Gehen Sie zurück zur Sommersonnwende-Position. Blicken Sie von der Sonne weg – Mitternacht am Tag der Sommersonnwende. Legen Sie den Schützen [M 9] seitlich links von Ihnen und den Skorpion [M 20] seitlich rechts von Ihnen an seinen Platz.

6. Legen Sie die restlichen Sternzeichen, mit Hilfe des Sternzeichen-Diagramms [M 8] an ihre Position im Kreis. Wenn Sie die Schilder auf Höhe des Luftballons an Stühlen oder der Wand befestigen, können die Schüler sie im kinästhetischen Kreis besser sehen.

7. Entfernen Sie nun die Jahreszeiten-Schilder [M 3 – M 6], damit sie in der Stunde aufgestellt werden können.



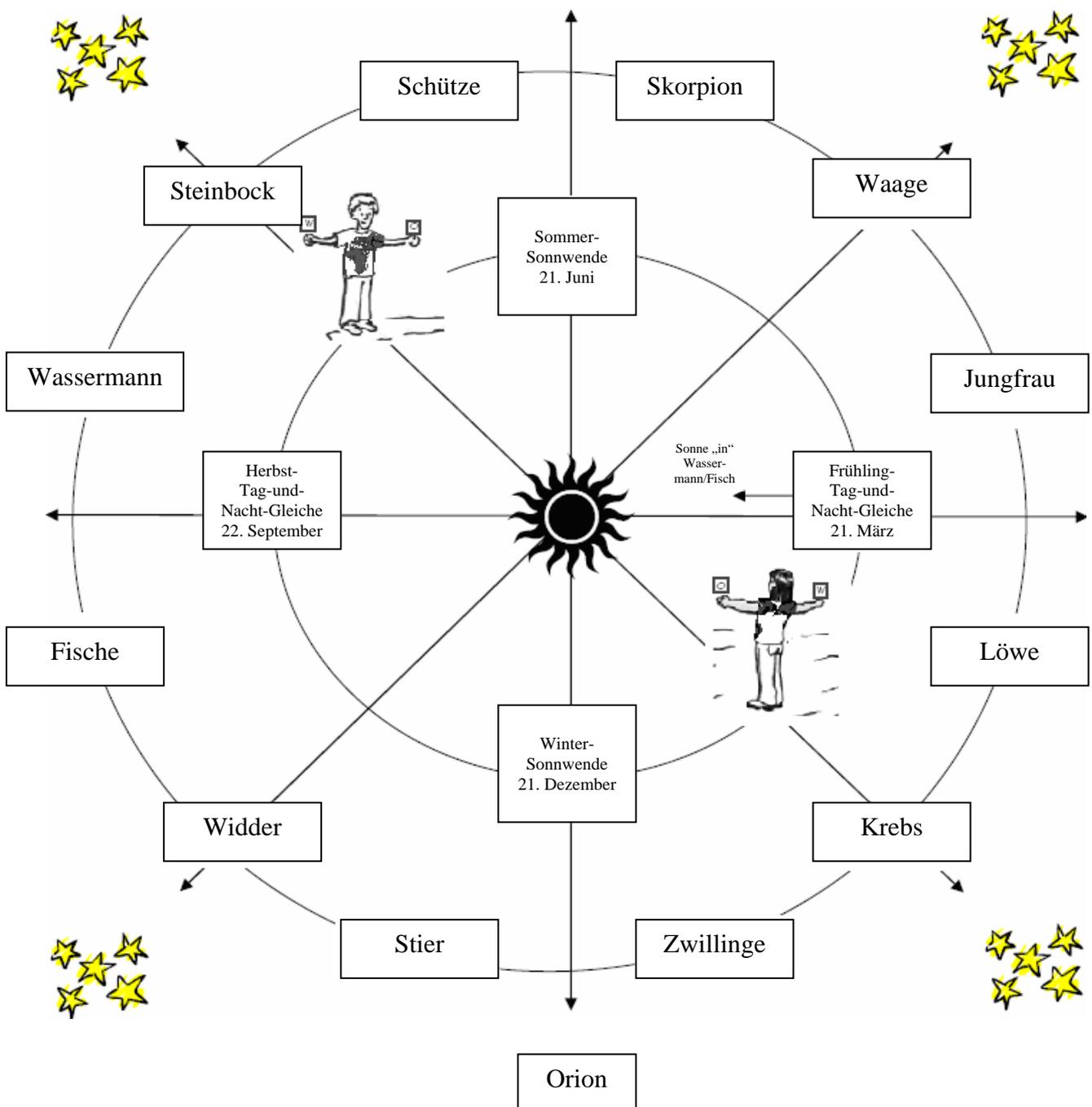
\* Obwohl Astrologie keine anerkannte Wissenschaft ist, hat sie viel dazu beigetragen, die Namen der Sternzeichen-Konstellationen populär zu machen. Sie sind Sternbilder, die den Weg der Sonne im jahreszeitlichen Verlauf (auf der Ekliptik) markieren.

## Das Sternzeichen-Diagramm

Das folgende Diagramm zeigt die heutige Anordnung der Sternkreis-Sternbilder relativ zur Sonne. (nicht maßstabsgetreu) Es zeigt auch die Position der Sonnwend- und Tag-und-Nacht-Gleichen auf der Umlaufbahn der Erde. Der Junge und das Mädchen repräsentieren die Erde auf dem kinästhetischen Kreis (so wie es in der Sky-Time-Stunde festgelegt wurde). Wenn Sie wissen, wie man eine Planisphäre benutzt, können Sie sich von den Positionen der Sternbilder des Sternzeichen-Kreises überzeugen.

Weisen Sie auch auf die Präzession hin. Als die westlichen Sternzeichen das erste Mal festgelegt wurden, stand die Sonne an der Frühlings-Tag-und-Nacht-Gleiche im Widder. Heute steht die Sonne an diesem Tag zwischen Fische und Wassermann.

Orion (befindet sich unterhalb der Ekliptik zwischen Stier und Zwillinge) ist ein allseits bekanntes Sternbild, dessen Gebrauch in der Sky-Time-Stunde fakultativ ist.



# SCHÜTZE



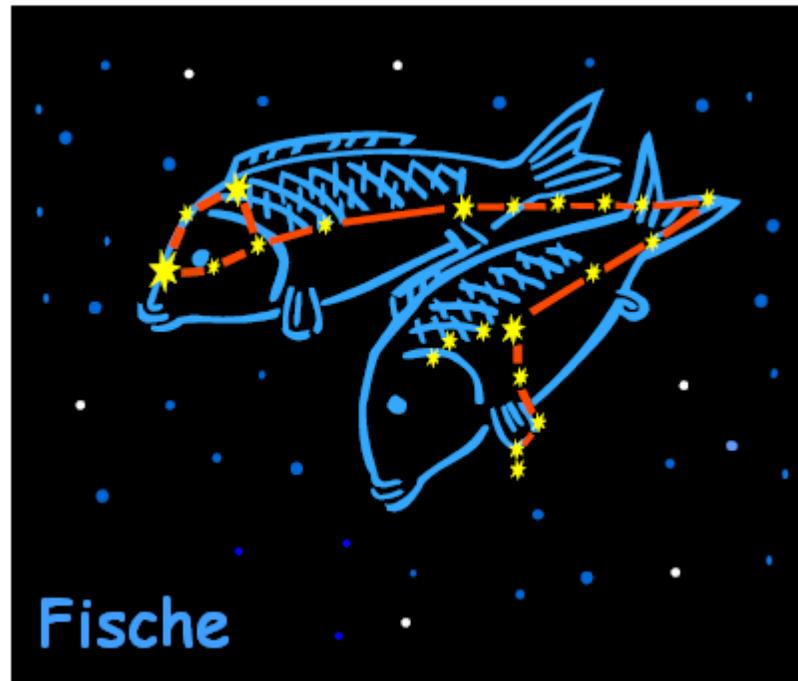
# STEINBOCK



# WASSERMANN



# FISCHE



# WIDDER



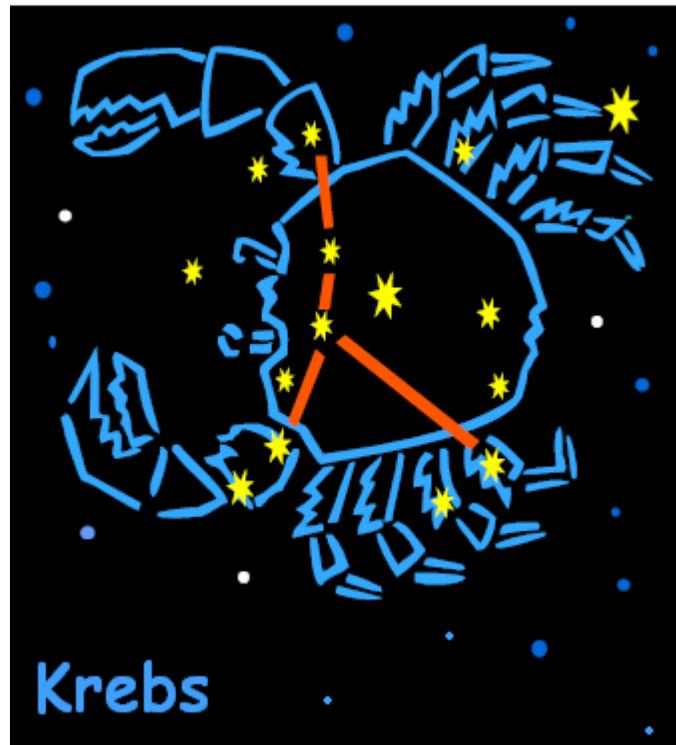
# STIER



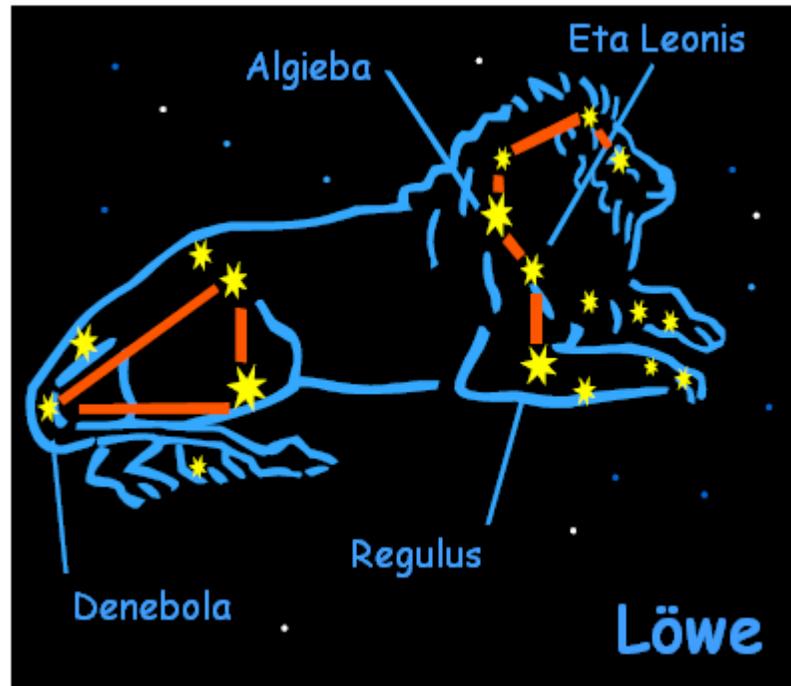
# ZWILLINGE



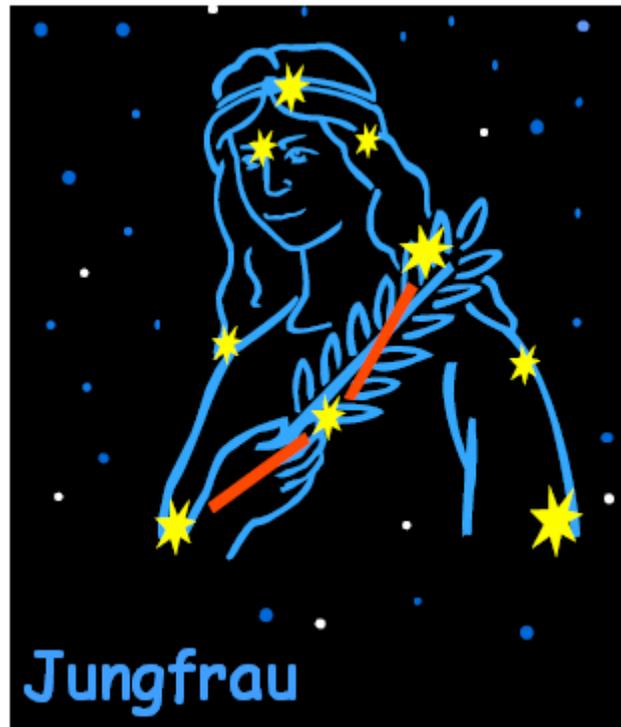
# KREBS



# LÖWE



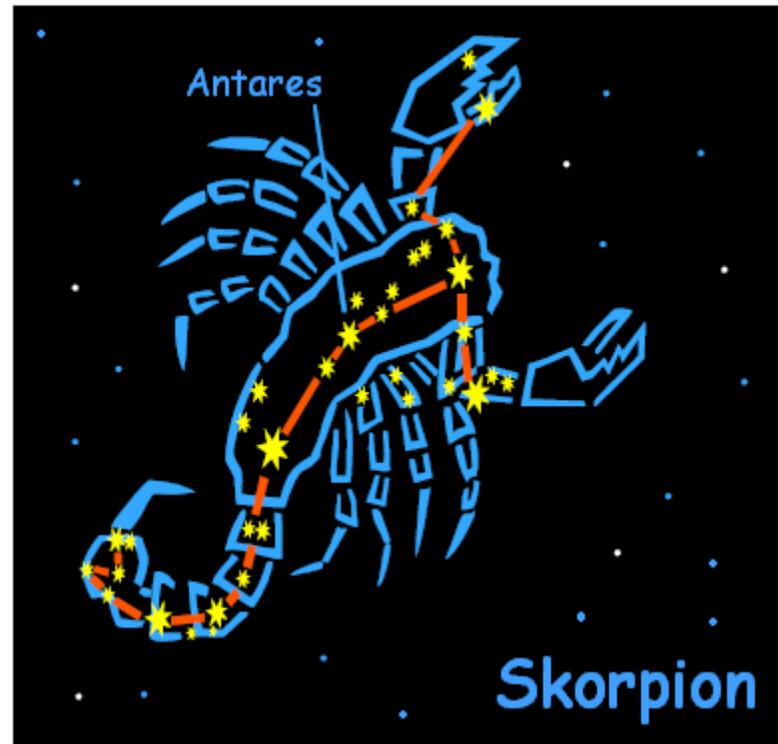
# JUNGFRAU



# WAAGE



# SKORPION



# ORION







# **LUNA**



Quelle: <http://www.martin-wagner.org/Mond.jpg>

- eine kinästhetische Astronomiestunde über den Mond -

Verfasst von Annemarie Buck im Rahmen der Zulassungsarbeit „kinästhetische Astronomie“  
im Fachbereich Physik-Didaktik.  
München 2006

# **INHALTSVERZEICHNIS**

## **I. EINFÜHRUNG IN DIE LUNA-STUNDE**

- 1. Beschreibung der Stunde und Lernziele**
- 2. Allgemeine Fehlvorstellungen**
- 3. Vorbereitung der Stunde**

## **II. STUNDENVERLAUF**

- 1. Einschätzung des Vorwissens**
- 2. Die Stunde beginnt**
  - 2.1. Weltallstruktur
  - 2.2. Mondphasen, Monat und Mondbahn
  - 2.3. Mondfinsternis und Sonnenfinsternis
  - 2.4. Die Gezeiten
- 3. Einschätzung des Lernerfolgs**
- 4. Wissenswertes über den Mond**
- 5. Literaturverzeichnis/Quellenangaben**

## **III. ARBEITSBLÄTTER**

**Danksagung:** Ich danke allen Personen und Institutionen, die es mir ermöglicht haben kinästhetische Erfahrung zu sammeln. Hier seien sie genannt:

- Walter-Klingenbeck-Realschule Taufkirchen und im Besonderen Herr Lässig,
- Mädchenrealschule Schlehdorf und im Besonderen Herr Kielack,
- Grundschule an der Forellenstraße
- Jugend der Pfarrei St. Augustinus
- Meine Familie, die mir tatkräftig zur Seite stand.
- Johnny Mayer, der die Zeichnungen für Luna anfertigte.
- Martin Hopf, der mir mit Rat und Tat zur Seite stand.
- Lydia Hohmann für ihre Gespräche über Grundschuldidaktik

# I. EINFÜHRUNG IN DIE LUNA-STUNDE

## 1. BESCHREIBUNG DER STUNDE UND LERNZIELE:

### **Inhalt der Stunde:**

Welches Kind weiß in der heutigen Zeit, wann und warum der Mond zu sehen ist? In dieser Stunde sollen die Schüler durch Bewegung ihres eigenen Körpers verstehen lernen, was ein Monat mit der astronomischen Bewegung des Mondes zu tun hat, wie sich der Mond im Weltall bewegt, wie eine Mond- oder Sonnenfinsternis zustande kommt und wodurch Ebbe und Flut verursacht werden. Durch einfache Hilfsmittel, wie einem Ball und einer Taschenlampe bzw. verschiedenen Arbeitsblättern wird das Verständnis weiter vertieft.

### **Voraussetzungen:**

Bevor Sie mit den Schülern diese Einheit beginnen, sollten Sie die kinästhetische Astronomiestunde „Sky-Time“ von Cherilynn Morrow und Michael Zawaski durchgeführt haben. Die **spezifischen Lernziele der Sky-Time-Einheit** bilden die **Grundlage** der Luna-Stunde.

### **Teilnehmer:**

Diese Einheit ist sowohl für Schüler der Unterstufe, als auch für ältere Schüler (oder Erwachsene) gedacht, wobei auch Grundschüler erstaunliches Verständnis und Interesse zeigen können.

Die Stunde gelingt am besten mit mindestens acht Teilnehmern.

**Dauer:** 1,5-3 Stunden

### **Lernumgebung:**

Der Platz muss so groß sein, dass alle Schüler mit ausgestreckten Armen nebeneinander in einem Kreis stehen können. Es ist dabei egal, ob Sie die Einheit außerhalb des Schulgebäudes (z.B. auf dem Pausenhof) oder in einem Klassenzimmer durchführen. Für den Beginn der Stunde benötigen Sie allerdings einen Raum, der verdunkelt werden kann.

### **Lernziele:**

1. Der Schüler soll einen Maßstab, mit dem man das korrekte Größenverhältnis für Sonne, Erde und Mond angeben kann, und einen, mit dem man die richtigen Abstandsverhältnisse erklären kann, erläutern können.
2. Der Schüler soll die astronomische Bewegung des Mondes im Weltall kennen und diese beschreiben können. Er soll die scheinbare Form des Mondes (Mondphasen) kennen und erläutern können und besonderes Verständnis für seine Hauptphasen zeigen.
3. Der Schüler soll die astronomische Bewegung des Mondes um die Erde mit dem Begriff Monat in Verbindung setzen und diese erläutern können.
4. Der Schüler soll verstehen und beschreiben können, wie es zu einer Mondfinsternis kommt.
5. Der Schüler soll verstehen und beschreiben können, wie es zu einer Sonnenfinsternis kommt.
6. Der Schüler soll erläutern können, wie Ebbe und Flut entstehen und warum und wann es Sturmflut und Nippflut gibt. Er soll die Bewegung der Flutberge erklären können.

## **2. ALLGEMEINE FEHLVORSTELLUNGEN**

### **Form:**

Es gibt erstaunlich viele Schüler, denen nicht bewusst ist, dass der Mond dreidimensional ist. Diese Schüler vertreten die Meinung, dass er kreisförmig oder einfach „rund“ sei.

### **Bewegung:**

Viele Schüler wissen nicht, dass sich der Mond im All bewegt. Dies gilt sowohl für den Umlauf des Mondes um die Erde, als auch für seine Rotation und den Umlauf um die Sonne.

Vor allem letztere Bewegungen sind kaum einem bewusst.

### **Mondphasen:**

Die meisten Schüler wissen zwar, dass sich die sichtbare Gestalt des Mondes verändert, sie erklären dies aber dadurch, dass sich der Schatten der Erde vor den Mond schiebt, was aber einer Mondfinsternis entsprechen würde.

### **Mondfinsternis:**

Kaum ein Schüler kann erklären, wie eine Mondfinsternis entsteht, die meisten geben keine Antwort. Andere hingegen sind der Meinung, dass sich die Sonne vor den Mond schiebt.

### **Was ist der Mond – ein Stern? :**

Diese Frage ist ein großes Problem für die meisten Schüler. Erstaunlich oft wird dabei die Antwort „der Mond ist ein Stern“ gegeben. Ich kann mir dies nur so erklären, dass die Schüler nicht wissen, was ein Stern ist, denn zuvor antworten fast alle auf die Frage „warum leuchtet der Mond“, „weil die Sonne ihn beleuchtet“.

## **3. VORBEREITUNG DER STUNDE**

Das **ABL** weist auf die **Arbeitsblätter** der **Luna**-Unterrichtseinheit im Anhang hin, **M** auf das Material der Sky-Time-Stunde.

### **Stützen einer kinästhetischen Lernumgebung:**

1. Ein kugelförmiger Gegenstand von der Größe einer großen Grapefruit mit ca. 14cm Durchmesser
2. Die Kugel eines Kugelschreibers oder die Spitze eines Füllers
3. Ein Gegenstand, mit dem man die Sonne in der Kreismitte darstellen kann (z.B. ein Heliumballon oder ein Luftballon)
4. Zwölf Sternkreiszeichenbilder (am besten laminiert), ein Klebeband zu ihrer Befestigung an den Wänden, Stühlen bzw. dem Boden und die Anleitung über die Reihenfolge der Bilder [**Material der Sky-Time-Einheit: M 7 – M 20**]
5. Ein Ball (ca. 20cm Durchmesser) und eine Taschenlampe (oder Bälle und Taschenlampen für jeweils 5 Schüler)
6. Einen Hula-Hoop-Reifen, um die Mondbahn darzustellen
7. Eine Schnur von ca. 20 m Länge
8. Die „O“- und „W“- Schilder der Sky-Time-Stunde [**M 1 – M 2**]

**Für jeden Schüler (Einschätzungsbögen und Arbeitsblätter):**

1. „Was weißt du schon?“ (Voreinschätzungsbogen) [ABL 1 – ABL 2]
2. „Maßstabgetreues Modell von Sonne, Erde und Mond“ (Ausschneideaktivität) [ABL 3]
3. „Die kinästhetischen Mondphasen“ (Arbeitsblatt) [ABL 4]
4. „Die Mondphasen“ [ABL 5]
5. „Der Mond“ (Arbeitsblatt) [ABL 6]
6. „Die Mondbahn“ (Arbeitsblatt) [ABL 7]
7. „Mond- und Sonnenfinsternis“ (Arbeitsblatt) [ABL 8]
8. „Ebbe und Flut“ (Arbeitsblatt) [ABL 9]
9. „Was hast du gelernt?“ (Lernzielkontrolle) [ABL 10 – ABL 12]

**II. DER STUNDENVERLAUF**

1. EINSCHÄTZUNG DES VORWISSENS
2. DIE STUNDE BEGINNT
  - 2.1. WELTALLSTRUKTUR
  - 2.2. MONDPHASEN, MONAT UND MONDBAHN
    - a) Die scheinbare Form des Mondes
    - b) Der kinästhetische Kreis
    - c) Die astronomische Bedeutung von Vollmond, Neumond und Halbmond
    - d) Die astronomische Bedeutung eines Monats
    - e) Die Mondbahn
  - 2.3. MONDFINSTERNIS UND SONNENFINSTERNIS
    - a) Die Mondfinsternis
    - b) Die Sonnenfinsternis
  - 2.4. GEZEITEN
3. EINSCHÄTZUNG DES LERNERFOLGS
4. WISSENSWERTES ÜBER DEN MOND
5. LITERATURVERZEICHNIS/QUELLENANGABEN

## **1. EINSCHÄTZUNG DES VORWISSENS**

Die Fragen des Voreinschätzungsbogens „**Was weißt du schon?**“ [ABL 1 – ABL 2] entlocken den Schülern ihr Wissen über Himmelsbewegungen, Mondphasen, Mond- und Sonnenfinsternis und die Entstehung der Gezeiten. Geben Sie den Schülern 15 Minuten Zeit, um den Fragebogen auszufüllen. Werten Sie den Fragebogen aus, bevor Sie zur Stunde zurückkehren, um zu wissen, welches Vorwissen fehlt und welche Fehlvorstellungen in der Stunde auftauchen werden. Heben Sie den Fragebogen auf, damit Sie später das Vorwissen mit dem Wissen nach der Stunde vergleichen können und den Schülern den Wissenszuwachs bewusst zu machen.

### **[„Was hast du gelernt?“ ABL 10 – ABL 12]**

Nutzen Sie meine Aktivitäten und Erfahrungen mit der Stunde, um die Schüler mit ihren Fehlvorstellungen zu konfrontieren und diese zu beseitigen. Benutzen Sie die Arbeitsblätter [ABL 3 – ABL 9], die es den Schülern erlauben ihr Vorwissen zu reflektieren und zu sehen, wie es sich während der Stunde verändert oder erweitert, und die ihnen helfen ihr kinästhetisches und visuelles Lernen in die verbal-linguale und mathematisch-logische Ausdrucksfähigkeit zu übertragen.

## **2.DIE STUNDE BEGINNT**

### **2.1. WELTALLSTRUKTUR**

Dieser Teil ist im Großen und Ganzen eine Wiederholung des Beginns der kinästhetischen Astronomiestunde „Sky-Time“. Sie benötigen hierfür ein kugelförmiges Objekt von der Größe einer großen Grapefruit (Durchmesser ca. 14 cm) und die Spitze eines Kugelschreibers.

1. Sammeln Sie die Schüler an einem Ende eines mind. 15 Meter langen Geländes/Raumes um sich. Zeigen Sie den Schüler das grapefruit-große Objekt und erklären Sie, dass diese Kugel die Sonne in einem Maßstab von 1:10 Milliarden darstellt.
2. Fragen Sie: „Wie groß wäre bei diesem Maßstab die Erde?“ Die Schüler sollen nun mit ihren Händen die angenommene Größe der Erde zeigen. Teilen Sie den Schülern mit, dass die Erde so groß wie eine Füllerspitze (Durchmesser von ca. 1,3 mm) wäre.
3. Fragen Sie: „Wie weit wäre die Erde bei diesem Maßstab von der Sonne entfernt?“ Lassen Sie die Schüler sich von der Sonne entfernen und dort aufstellen, wo sie denken, dass die Erde sich befinden würde. Messen Sie 15 Meter ab und sagen Sie den Schülern, dass sich die Erde bei diesem Maßstab in dieser Entfernung zur Sonne befinden würde.
4. Lassen Sie nun alle Schüler zu sich kommen und fragen Sie: „Welcher geometrischen Form entspricht der Mond ungefähr?“ [einer Kugel.] „Wie groß ist der Mond bei diesem Maßstab?“ Lassen Sie die Schüler durch Handzeichen mit „Ja“ und „Nein“ auf folgende Fragen antworten: „Ist der Mond größer als die Erde?“ „Ist der Mond kleiner als die Erde?“ [Der Großteil wird diese Frage richtig beantworten.] Sagen Sie den Schülern, dass der Mond die Größe eines großen Staubkorns (Durchmesser: ca. 0,35 mm) hätte.
5. Fragen Sie weiter: „Ist die Entfernung Sonne-Erde größer oder die Entfernung Erde-Mond?“ Lassen Sie wiederum durch „Ja“ und „Nein“ Handzeichen antworten und erklären und zeigen Sie den Schülern, dass der Mond bei diesem Maßstab nur knapp 3,5 cm von der Erde entfernt wäre.
6. Um sicherzustellen, dass niemand den Mond für einen Stern hält, fragen Sie: „Was ist ein Stern?“ [selbstleuchtender Himmelskörper] „Wie viele Sterne gibt es in unserem Sonnensystem?“ [einen – die Sonne] „Wie weit wäre bei unserem Maßstab der sonnennächste Stern, der auch die Größe einer großen Grapefruit hätte, entfernt?“ [4000 km – Eine Grapefruit-Sonne wäre in Deutschland, die andere in Grönland.]

7. Geben Sie den Schülern das Arbeitsblatt „**Maßstabsgerechtes Modell von Sonne, Erde und Mond**“ [ABL 3] als Hausaufgabe.

**Lehrer-Tipp:** Diese Passage werden Sie, wenn sie zuvor die Sky-Time-Einheit durchgeführt haben, sehr schnell abhandeln können, denn das meiste ist Wiederholung.

## 2.2. MONDPHASEN, MONAT UND MONDBAHN

In diesem Teil werden die Mondphasen erläutert. Dies geschieht erst über eine Demonstration mit einem Ball und einer Taschenlampe, später über das Arbeiten im kinästhetischen Kreis.

### a) Die scheinbare Form des Mondes

Um die Grundlage für das Verständnis der Mondphasen zu schaffen, benötigen Sie eine Taschenlampe, einen Ball (ca. 20 cm Durchmesser) und einen Raum, den Sie verdunkeln können. Ein Schüler, den Sie am besten immer wieder wechseln, soll Ihnen als Assistent dienen. Alternativ können Sie die Klasse in Kleingruppen aufteilen (ca. 5 Schüler), die jeweils mit Taschenlampe und Ball ausgestattet sind.

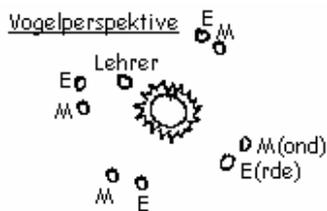
8. Fragen Sie: „Bewegt sich der Mond im All?“ [Ja (er rotiert, umkreist die Erde und umläuft die Sonne)] Sagen Sie den Schülern, dass sie nun die Bewegung des Mondes um die Erde betrachten werden.
9. Fragen Sie: „Welcher geometrischen Form entspricht der Mond?“ [einer Kugel] „Sehen wir ihn auf der Erde auch als Kugel? [nein, er ist ein Kreis, Halbkreis oder eine Sichel]
10. Lassen Sie den Schüler sich mit der Taschenlampe einige Meter von der Gruppe entfernen. Halten Sie den Ball direkt zwischen die Taschenlampe und die Schüler. Erklären Sie den Schülern, dass der Ball den Mond darstellt, alle Schüler (bis auf denjenigen, der die Taschenlampe hält) die Erde und die Taschenlampe die Sonne sein soll.
11. Fragen Sie: „Warum leuchtet der Mond?“ [weil er von der Sonne angestrahlt wird] „Könnt ihr die bestrahlte Halbkugel sehen?“ [nein] „Könnt ihr also den Mond sehen?“ [Nein, er ist dunkel. Sie werden auch „ja“ Antworten bekommen. Erklären sie den Schülern deshalb, dass man von der Erde aus immer nur das vom Mond sehen kann, was von der Sonne bestrahlt wird. Ist die bestrahlte Fläche nicht zu sehen, wie in diesem Fall, ist auch der Mond unsichtbar.]
12. Halten Sie den Ball nun von der Sonne aus gesehen rechts neben die Schüler. Der Schüler mit der Taschenlampe muss dabei auch einige Schritte nach rechts gehen, damit das Licht der „Sonne“ wieder parallel auf den Mond trifft. (Falls dies für Verwirrung sorgt, erinnern Sie die Schüler an das maßstabgerechte Modell, bei dem die Sonne sehr viel größer war als die Entfernung von Erde und Mond.) Fragen Sie: „Wie sieht der Mond nun für die Menschen auf der Erde aus?“ [wie ein Halbkreis; die rechte Hälfte eines Kreises.]
13. Halten Sie den Ball hinter den Schülern über deren Kopf. Fragen Sie: „Welche Form hat der Mond für die Menschen auf der Erde?“ [Er ist ein Kreis.]
14. Halten Sie den Mond nun von der Sonne aus gesehen links neben die Schüler und fragen Sie: „Wie sieht der Mond nun für die Menschen auf der Erde aus?“ [Der Mond ist die linke Hälfte eines Kreises.]
15. Gehen Sie wieder zwischen Schüler und Taschenlampe und fragen Sie erneut: „Welche Form hat der Mond, von der Erde aus gesehen?“ [Er ist nicht zu sehen. Gibt es zu viele Schüler, die behaupten, dass der Mond zu sehen sei, dann führen Sie die Teilschritte 8-13 erneut aus.]

16. Erläutern Sie den Schülern, dass diese scheinbare Formen/Gestalten des Mondes, die wir von der Erde aus wahrnehmen, *Mondphasen* genannt werden.

**Lehrer-Tipp:** Bei dieser Demonstration können Sie auch Zwischenschritte einlegen, wie z.B. den Mond als „zunehmende“ oder „abnehmende Sichel“. Die Teilschritte 8-14 unterstützen das Verständnis der Schüler sehr, da sie bei dieser Demonstration die scheinbare Gestalt des Mondes wirklich sehen können. Bei der kinästhetischen Arbeit im Verlauf der Stunde werden sie sich diese vorstellen müssen.

### b) Der kinästhetische Kreis

Die Schüler stehen nebeneinander in einem Kreis um die „Sonne“ (Luftballon). Siehe Zeichnung. Immer zwei Schüler bilden zusammen ein „kinästhetisches Paar“. Sollte es nicht aufgehen, arbeiten Sie mit dem partnerlosen Schüler zusammen. Jedes kinästhetische Paar benötigt ein „O“- und ein „W“- Zeichen [M 1- M 2]. Um den Schülern zu verdeutlichen, wo sich die anderen Sterne befinden, sollten Sie den Sterzeichen-Kreis der Sky-Time-Einheit [M 7 –M 20] verwenden. **Alle Richtungsangaben sind von den „Erden-Schülern“, die mit dem Gesicht zur Sonne schauen, zu sehen.**



17. Lassen Sie die Schüler sich als Pärchen zusammenstellen. Erklären Sie ihnen, dass einer von ihnen mit dem Oberkörper den Mond, der andere mit dem Oberkörper die Erde darstellt. (Lassen Sie den „Erden-Schüler“ sich durch ein „O“- und ein „W“- Zeichen verdeutlichen oder lassen Sie jeden „Erden-Schüler“ ein „Erden-T-Shirt“ überziehen.)

**Lehrer-Tipp:** Für diesen Teil ist es sinnvoll den „Erden-Schüler“ und den „Mond-Schüler“ immer wieder zu wechseln, damit beide dieselben Eindrücke sammeln können. Bei sehr jungen Schülern ist es dabei sinnvoll, nach dem Wechsel die Überlegung noch einmal von vorne beginnen zu lassen.

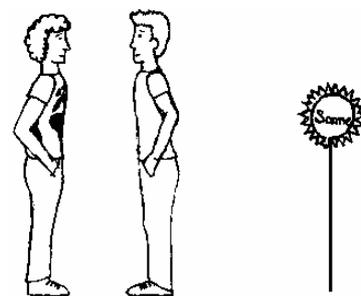
18. Fragen Sie die Schüler: „Ist unser System, bei dem die Schüler Mond und Erde darstellen und der Luftballon in der Mitte die Sonne, maßstabsgetreu?“ [Nein, der Mond und die Erde sind zu groß, die Sonne ist zu nah.]

### c) Die astronomische Bedeutung von Vollmond, Neumond und Halbmond

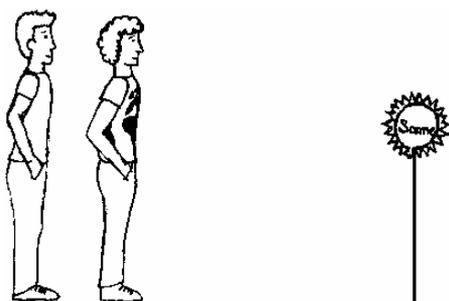
19. Fragen Sie: „Warum leuchtet der Mond?“ [Weil er von der Sonne angestrahlt wird und deren Licht reflektiert. Antworten die Schüler, dass er von sich selbst aus leuchte, dann erinnern Sie sie daran, dass es nur einen Stern in unserem Sonnensystem gibt.]
20. Fragen Sie weiter: „Wird die ganze Oberfläche des Mondes von der Sonne bestrahlt?“ [nein] „Wie viel beleuchtet die Sonne?“ [eine Halbkugel (die der Sonne zugewandte)] „Warum ist die andere Halbkugel dunkel?“ [weil sie in ihrem eigenen Schatten liegt]
21. Fragen Sie weiter: „Wann können wir den Mond sehen?“ [in der Nacht] „Sieht die Form/Gestalt des Mondes von der Erde aus immer gleich aus?“ [nein] „Sehen wir ihn jede Nacht?“ [nein]

**Lehrer-Tipp:** Sehen Sie sich auch **W1** an, denn der Mond ist nicht immer zur selben Zeit zu sehen.

22. „Wann können wir den Mond nicht sehen?“ [an Neumond] Um näher auf diese Frage einzugehen, fordern Sie die „Mond-Schüler“ auf, sich auf der Achse zwischen „Erde“ und „Sonne“ aufzustellen, so wie die Zeichnung es verdeutlicht. Die „Mond-Schüler“ sollen dabei mit dem Gesicht zur Erde stehen.



23. Erläutern Sie den Schülern, dass man von der Erde aus immer nur dieselbe Seite des Mondes sehen kann, da dieser sehr langsam (in einem Monat) um seine Achse rotiert und erklären Sie den Schülern, dass dies bedeutet, dass der „Mond-Schüler“ immer mit dem Gesicht zur Erde schaut.
24. Fragen Sie: „Welche Seite des Mondes strahlt die Sonne gerade an? [die Rückseite] „Könnt ihr von der Erde aus die Rückseite des Mondes sehen?“ [nein] „Könnt ihr den Mond also sehen?“ [nein] „Welche Mondphase ist gerade?“ [Neumond]



25. Fragen Sie: „Wie sieht der Mond aus, wenn Vollmond ist?“ [wie ein weißer Kreis] „Wo befindet sich der Mond, wenn Vollmond ist?“ Lassen Sie den Schülern einige Sekunden Zeit, um sich die Antwort mit ihrem Partner zu überlegen und an der richtigen Stelle aufzustellen. Fragen Sie weiter: „Welche Seite des Mondes wird von der Sonne beleuchtet?“ [Die Seite, die sowohl der Erde als auch der Sonne, zugewandt ist.]

**Lehrer-Tipp:** An dieser Stelle wird es Schüler geben, die darauf hinweisen, dass die Erde den Mond ja verdeckt und er so nicht angestrahlt werden kann. Erklären Sie deshalb allen Schülern, dass dies so sein kann und dass auf dieses Phänomen später eingegangen wird. Sagen Sie den Schülern aber vor allem, dass dieses Modell nicht maßstabsgetreu ist und dass sich der Mond meist ein wenig über oder unter der Ekliptik (Ebene in der Erde und Sonne liegen) befindet, so dass er durchaus von der Sonne bestrahlt werden kann. (Erdschüler kann sich ducken) Bei jüngeren Schülern ist es sinnvoll an dieser Stelle ein Tellurium zur Veranschaulichung zu verwenden.

26. Fragen Sie: „Wo befindet sich der Mond, wenn er nicht bei Vollmond oder Neumond steht?“ [Er wandert um die Erde.] Sagen Sie den „Mond-Schülern“, dass sie sich rechts neben die Erde stellen sollen. Lassen Sie die „Erden-Schüler“ sich überlegen, welche Form der Mond für die Menschen auf der Erde gerade hat. Diese Überlegung ist sehr schwierig. Fordern Sie deshalb die Schüler auf, sich zuerst zu überlegen, welche Seite des Mondes beleuchtet ist, und erst danach,

was sie von der Erde aus von diesem beleuchteten Teil sehen können. [einen Halbkreis; die linke Hälfte eines Kreises]

27. Sagen Sie den Schülern, dass diese Mondphase Halbmond genannt wird. Fragen Sie: „Gibt es noch eine Mondphase die Halbmond genannt wird?“ Lassen Sie die „Mond-Schüler“ an diese Stelle gehen. [links neben dem „Erden-Schüler“] Fragen Sie: „Was ist die scheinbare Form des Mondes?“ [ein Halbkreis; die rechte Hälfte eines Kreises]



28. Fragen Sie: „Wie unterscheidet sich die Form des Mondes, wie sie von der Erde aus zu sehen ist, in diesen beiden Halbmondphasen?“ [Einmal ist die rechte Hälfte eines Kreises, einmal die linke zu sehen.]

29. Erklären Sie den Schülern, dass der eine Halbmond *abnehmender Halbmond*, der andere *zunehmender Halbmond* genannt wird, je nachdem wo er sich auf der Bahn des Mondes um die Erde befindet. Zunehmend heißt dabei, dass man von der Erde aus in den folgenden Tagen immer mehr vom Mond sehen kann. Erläutern Sie den Schülern, dass die Umlaufrichtung des Mondes um die Erde genau der Rotationsrichtung der Erde entspricht oder teilen Sie den Schülern mit, dass sich der Mond gegen den Uhrzeigersinn um die Erde bewegt.

30. Lassen Sie nun die „kinästhetischen Paare“ überlegen, welcher Halbmond zunehmend und welcher abnehmend ist. [Steht der Mond links neben der Erde, so ist zunehmender Halbmond, steht er rechts neben der Erde, so ist abnehmender Halbmond.]
31. Leiten Sie die „Mond-Schüler“ nun zu einer vollen Umrundung der Erde an:
- „Stellt euch auf die „Neumond-Position“ [Die „Mond-Schüler“ stehen zwischen Erde und Sonne.]
  - „Geht nun weiter zur Position des zunehmenden Halbmonds“ [Die „Mond-Schüler“ stehen links neben der Erde.]
  - „Geht weiter zur „Vollmond-Position“ [Die „Mond-Schüler“ stehen hinter der Erde.]
  - „Stellt euch jetzt an die Position des abnehmenden Halbmonds“ [Die Schüler stehen rechts neben der Erde.]
  - „Geht weiter zur „Neumond-Position“

**Lehrer-Tipp:** Achten Sie darauf, dass die „Mond-Schüler“ immer mit dem Gesicht zu Erde schauen.

32. Fragen Sie: „Welche Seite zwischen Neumond und Vollmond ist also die, auf der der Mond immer weiter zunimmt?“ [die linke]
33. Fragen Sie: „Wie ändert sich von Neumond zu Vollmond die scheinbare Gestalt des Mondes?“ [Zuerst ist der Mond nicht sichtbar, dann wird er zur nach links geöffneten Sichel. Bis zum Vollmond nimmt er links immer weiter zu.]
34. „In welcher Richtung umläuft der Mond die Erde?“ [gegen den Uhrzeigersinn]
35. Erläutern Sie den Schülern, dass Vollmond, Neumond, abnehmender Halbmond und zunehmender Halbmond als *Hauptphasen* der Mondphasen bezeichnet werden.

36. Geben Sie den Schülern das Arbeitsblatt „**Die kinästhetischen Hauptphasen des Mondes**“ [ABL 4] und das Arbeitsblatt „**Die Mondphasen**“ [ABL 5] als Hausaufgabe oder zur Bearbeitung während der Stunde.

#### d) Die astronomische Bedeutung eines Monats

37. Erklären Sie den Schülern, dass die Umlaufbahn des Mondes um die Erde *Mondbahn* genannt wird.
38. Fragen Sie: „Wie lang ist die Umlaufzeit des Mondes um die Erde?“ [einen Monat  $\approx$  30 Tage] Definieren Sie einen *Monat*, als den *Zeitraum*, den der Mond für einen Umlauf um die Erde von Neumond zum nächsten Neumond benötigt.

**Lehrer-Tipp:** Die Astronomie unterscheidet verschiedene Monate, sehen Sie sich deshalb **W2** an.

39. Fragen Sie: „Sehen wir innerhalb eines Monats von der Erde aus die gesamte Mondoberfläche (vgl. **W3**)?“ [nein, immer nur dieselbe Seite] „Wie lange dauert dann eine Rotation des Monds um seine Achse?“ Lassen Sie die kinästhetischen Paare zusammen überlegen und evtl. ausprobieren. [einen Monat]
40. Fragen Sie: „Welche Bewegungen vollführt die Erde innerhalb eines Monats?“ [Sie rotiert und wandert auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne] „Wie oft rotiert die Erde innerhalb eines Monats?“ [ungefähr 30 mal] „Um wie viel Grad bewegt sie sich in einem Monat auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne weiter?“ [ $360^\circ : 12 \text{ Monate} = 30^\circ$  pro Monat] „In welcher Richtung umkreist die Erde die Sonne?“ [gegen den Uhrzeigersinn]
41. Fragen Sie weiter: „Wie viele Tage braucht der Mond um von einer in die nächste Hauptphase zu wandern?“ [ $30 \text{ Tage} : 4 = \text{ca. } 7 \text{ Tage}$ ] „In welcher Richtung umrundet er die Erde?“ [gegen den Uhrzeigersinn] „Welche Bewegung des Mondes haben wir bis jetzt vernachlässigt?“ [Die Bewegung des Mondes um die Sonne.]

**Lehrer-Tipp:** Zeigen Sie den Schülern, dass der Mond gar nicht anders kann, als mit der Erde zusammen die Sonne zu umkreisen. Lassen Sie einen „Erden-Schüler“ in den Hula-Hoop-Reifen steigen. Halten Sie ihn fest und lassen Sie den Erden-Schüler sich auf der Umlaufbahn um die Sonne bewegen. Entweder er nimmt den Reifen in die Hand und geht mit ihm auf der Umlaufbahn um die Sonne oder er läuft gegen ihn. Letzteres ist für die restlichen Schüler natürlich lustiger und wird sich in ihr Gedächtnis einprägen.

42. Lassen Sie die Schüler sich nun in Etappen, indem Sie sie immer bei den Hauptphasen stoppen, von Neumond zu Neumond bewegen, wobei der „Erden-Schüler“ rotieren und sich um  $30^\circ$  ( $1/3$  von  $90^\circ$ ) auf seiner Umlaufbahn um die Sonne weiterbewegen sollte. (Es gibt vier Hauptphasen, d.h. der Mond benötigt ca. 7 Tage (7 Rotationen des „Erden-Schülers“), um sich von einer Hauptphase zur nächsten zu bewegen.)

**Lehrer-Tipp:** Es bietet sich an, diese Bewegungen erst von einem „Modell-Schülerpaar“ durchführen zu lassen, da es dann für Sie leichter ist, die Bewegungen zu kontrollieren. Außerdem wird die gesamte Gruppe die Bewegung (als Nachahmer) von Anfang an korrekter ausführen. Für diesen Teil ist es sinnvoll die „O“ und „W“ Schilder der Sky-Time-Einheit zu verwenden, da es für die „Erden-Schüler“ dann leichter ist, die korrekte Richtung für die Rotation zu wählen.

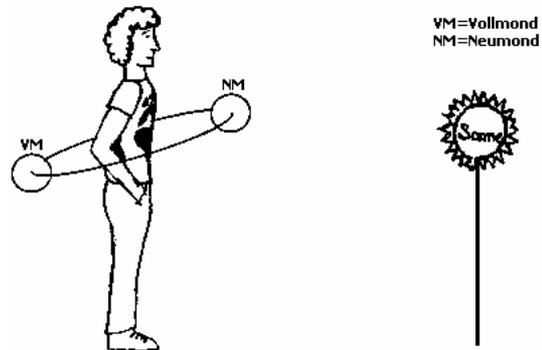
Ich finde es an dieser Stelle sehr wichtig den „Erden-Schüler“ und den „Mond-Schüler“ nach einem „Monat“ tauschen zu lassen und den „Monat“ noch einmal ausführen zu lassen, so dass beide sowohl die Bewegungen des Mondes als auch die der Erde selbst ausführen konnten.

43. Suchen Sie sich ein „Demo-Schülerpaar“, das eine ganze Umrundung der Sonne vollführen soll. Geben Sie den umstehenden Schülern den Auftrag, die Bahn des Mondes um die Sonne zu betrachten. Lassen Sie das Paar erst einen Monat in Etappen durchführen, indem Sie sie jeweils bei den Hauptphasen des Mondes stoppen. Dies hilft Ihnen die Bewegungen zu kontrollieren. Danach soll der „Erden-Schüler“ die Bewegung ohne Rotation weiterführen.
44. Teilen Sie den Schülern das Arbeitsblatt „Der Mond“ [ABL 6] als Hausaufgabe oder zur Bearbeitung während der Stunde aus.

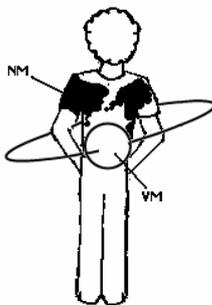
### e) Die Mondbahn

45. Fragen Sie: „Wie wird die Umlaufbahn des Mondes um die Erde genannt?“ [Mondbahn] „Welche Form hat die Umlaufbahn des Mondes um die Erde?“ [Teilen Sie den Schülern mit, dass die Mondbahn elliptisch ist.]
46. Fragen Sie: „Was bedeutet das für die Entfernung der Erde zum Mond?“ [Die Entfernung ist nicht immer gleich. (Der größte Abstand Erde-Mond beträgt 406700 km, der kleinste 365400 km, gemessen von Oberfläche zu Oberfläche)] Betonen Sie, dass dies bedeutet, dass der Mond sich manchmal näher an der Erde befindet, manchmal weiter von ihr entfernt ist. Der erdnächste Punkt wird *Perigäum*, der erdfernste *Apogäum* genannt.
47. Erläutern Sie den Schülern, dass die Mondbahn um  $5^\circ$  gegen die *Ekliptik* (Ebene, auf der sich Sonne und Erde befinden) geneigt ist. Also, dass der Mond teilweise über, teilweise unter dieser Ebene zu finden ist. Betonen Sie dabei auch, dass diese Neigung der Mondbahn während des gesamten Jahres gleich bleibt. (Dies stimmt nicht ganz, ist aber für diesen Teil vernachlässigbar. **W4** betrachtet die Orientierung der Mondbahn näher.)

48. Verdeutlichen Sie den Schülern, was dies bedeutet, indem Sie einen Hula-Hoop-Reifen benutzen, um die Mondbahn darzustellen. Die „Erden-Schüler“ stehen gleichmäßig verteilt im kinästhetischen Kreis. Gehen Sie zu einem beliebigen „Erden-Schüler“ und lassen ihn in den Reifen steigen. Die Mondbahn sollte sich in Richtung Sonne über der Ekliptik befinden. (siehe Zeichnung)



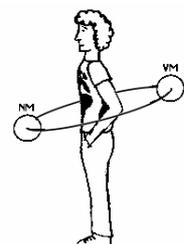
49. Fragen Sie: „Wie oft schneidet die Mondbahn innerhalb eines Monats die Ekliptik?“ [zweimal] Definieren Sie diese Schnittpunkte als *aufsteigender* und *absteigender Knotenpunkt*.

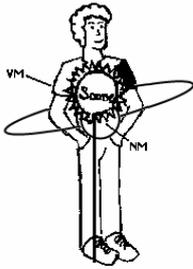


50. Fragen Sie: „In welchen Hauptphasen schneidet der Mond an dieser Position der Erde die Ekliptik?“ [an den Halbmondpositionen] Gehen Sie in Umlaufrichtung einen Viertelkreis um die Sonne. Lassen Sie den Schüler dort in den Reifen steigen.

51. Fragen Sie: „In welchen Hauptphasen schneidet der Mond die Ekliptik?“ [Vollmond und Neumond] Gehen Sie wieder einen Viertelkreis weiter und lassen Sie den Schüler in den Reifen steigen.

52. Fragen Sie: „In welchen Hauptphasen schneidet der Mond nun die Ekliptik?“ [in den Halbmondphasen] Gehen Sie nochmals einen Viertelkreis weiter und lassen Sie den Schüler dort in den Reifen steigen.





53. Fragen Sie: „In welchen Hauptphasen schneidet der Mond nun die Ekliptik?“ [Vollmond und Neumond]
54. Teilen Sie den Schülern das Arbeitsblatt „**Die Mondbahn**“ [ABL 7] als Hausaufgabe oder Arbeitsauftrag innerhalb der Stunde aus.

### 2.3. MONDFINSTERNIS UND SONNENFINSTERNIS

Der folgende Teil bespricht die Phänomene Sonnenfinsternis und Mondfinsternis.

#### a) Die Mondfinsternis

55. Lassen Sie den „Mond-Schüler“ sich hinter die Erde stellen. Fragen Sie: „Welche Mondphase haben wir gerade?“ [Vollmond] „In welcher Mondphase können wir den Mond nicht sehen?“ [an Neumond] „Warum?“ [Weil die Sonne ihn nur auf der Erd-abgewandten Seite anstrahlt.]
56. Fragen Sie weiter: „Kann irgendetwas das Sonnenlicht abhalten, so dass wir den Mond auch in einer anderen Mondphase nicht sehen können?“ „Schaut euch im Kreis um!“ [Die Erde, wenn der Mond in der „Vollmond-Position“ steht.]
57. „An welcher Stelle der Mondbahn muss sich der Mond befinden, so dass Erde, Sonne und Mond auf einer Achse liegen können?“ [an einem Knotenpunkt]
58. Fragen Sie: „Wann befindet sich der Mond in der „Vollmond-Position“ und an einem Knotenpunkt?“ [Wenn die Erde an den Tag-und-Nacht-Gleichen steht. Evtl. müssen Sie die Mondbahn erneut benutzen.]

**Lehrer-Tipp:** Erläutern Sie den Schülern die verschiedenen Arten von Mondfinsternissen:

- Totale Mondfinsternis: Der Mond tritt vollständig in den Kernschatten der Erde.
  - Partielle Mondfinsternis: Der Mond tritt nur teilweise in den Kernschatten der Erde.
  - Halbschattenfinsternis: Der Mond tritt nur in den Halbschatten der Erde (kaum wahrnehmbar).
- Der Mond kann auch bei einer totalen Mondfinsternis gesehen werden, denn die Erdatmosphäre bricht (vor allem) das (rote) Sonnenlicht, so dass der Mond selbst im Kernschatten der Erde noch ein wenig beleuchtet wird. Innerhalb eines Jahres gibt es im Mittel 1,5 Mondfinsternisse.

#### b) Die Sonnenfinsternis

59. Geben Sie den „kinästhetischen Paaren“ den Auftrag sich zu überlegen, wie eine Sonnenfinsternis entsteht.
60. Fragen Sie: „Warum verdunkelt sich die Sonne während einer Sonnenfinsternis?“ [weil der Mond vor der Sonne steht] Lassen Sie die Schüler dies auch kinästhetisch ausdrücken. [Der „Mond-Schüler“ steht in der „Neumond-Position“ vor dem „Erden-Schüler“.]
61. Fragen Sie: „Es gibt zwei Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit es zu einer Sonnenfinsternis kommt. Welche sind dies?“ [Der Mond steht in der „Neumond-Position“; die Mondbahn schneidet gerade die Ekliptik, steht also in einem Knotenpunkt.]
62. Fragen Sie: „Bei einer Mondfinsternis wirft die Erde ihren Schatten auf den Mond. Wer wirft bei einer Sonnenfinsternis seinen Schatten und wohin?“ [der Mond auf die Erde] „Wie könnte man eine Sonnenfinsternis also auch nennen?“ [Erdfinsternis]
63. Fragen Sie: „Wann befindet sich der Mond in einem Knotenpunkt in der „Neumond-Position“?“ [an den Tag-und-Nacht-Gleichen der Erde]

**Lehrer-Tipp:** Erläutern Sie den Schülern die verschiedenen Arten von Sonnenfinsternissen:

- Totale Sonnenfinsternis: Die Erde tritt vollständig in den Kernschatten des Mondes.
- Partielle Sonnenfinsternis: Die Erde tritt nur teilweise in den Kernschatten des Mondes.
- Ringförmige Sonnenfinsternis: Der scheinbare Durchmesser des Mondes (Mond steht in einem sehr erdfernen Punkt) ist kleiner als der der Sonne. Die Kernschattenspitze trifft die feste Erdoberfläche nicht. Ein „Sonnenring“ ist zu sehen.

Eine Sonnenfinsternis kann nicht von der gesamten Erdoberfläche gleichzeitig gesehen werden, da der Kernschatten des Mondes zu klein ist. Es gibt im Mittel 2,3 Sonnenfinsternisse im Jahr. Weisen Sie die Schüler darauf hin, dass es auch für eine (meist Teil-)Finsternis reicht, wenn sich der Mond in Ekliptiknähe befindet.

Weisen Sie die Schüler darauf hin, dass das Sonnenlicht das Auge schädigt und sie deshalb niemals ohne Schutz in die Sonne sehen dürfen.

**Lehrer-Tipp:** Wenn Sie ein Tellurium zur Hand haben, verwenden Sie dies zur Verdeutlichung. Außerdem finden Sie weitere Informationen zu von Finsternissen in Teil 4. „Wissenswertes über den Mond“ (W5).

64. Teilen Sie den Schülern das Arbeitsblatt „**Mond- und Sonnenfinsternis**“ [ABL 8] als Hausaufgabe oder Arbeitsauftrag innerhalb der Stunde aus.

## 2.4. DIE GEZEITEN \*

Dieser Teil behandelt den Einfluss des Mondes auf die Erde.

65. Lassen Sie die „kinästhetischen Paare“ sich im Kreis aufstellen.
66. Fragen Sie: „Warum kreisen Erde und Mond immer auf denselben Bahnen im All?“ „Warum fliegen Sie nicht einfach weg?“ [wegen der Anziehungskraft] Fragen Sie weiter: „Aber warum „kleben“ Sie dann nicht aneinander?“ Um diese Frage zu beantworten, lassen Sie jeweils zwei Schüler sich mit ausgestreckten Armen überkreuzt an den Händen halten und drehen.
67. Fragen Sie: „Was passiert mit euren Körpern?“ [Sie werden nach außen gezogen.] „Und warum bleibt ihr trotzdem dort, wo ihr seid?“ [weil wir uns festhalten]
68. Erklären Sie den Schülern, dass dies bei allen Himmelskörpern genauso ist. Die Kraft, die sie zusammenhält, heißt *Anziehungskraft* und die Kraft, die verhindert, dass sich die beiden Körper vereinen, wird *Fliehkraft* genannt. Erklären Sie den Schülern auch, dass der Punkt, um den sie kreisen, ihr *gemeinsamer Schwerpunkt* ist. Erläutern Sie den Schülern, dass die Masse der Erde soviel größer ist als die des Mondes, dass sich der gemeinsame Schwerpunkt zwar nicht im Erdmittelpunkt, aber noch in der Erde (auf der Mond-zugewandten Seite 1700 km unter der Erdoberfläche) befindet.
69. Fragen Sie: „Gibt es auf der Erdoberfläche mehr Wasser oder mehr Land?“ [Mehr Wasser; lassen Sie durch Handzeichen antworten.] „Was, denkt ihr, lässt sich leichter von diesen beiden Kräften beeinflussen?“ [das Wasser] „Wisst ihr, wie man dieses „höher und tiefer“ Werden des Wassers nennt?“ [Ebbe und Flut; die Gezeiten]

\* Dieser Teil ist für die Schüler sehr schwierig zu verstehen. Lesen Sie ihn genau und überlegen Sie sich, ob ihre Schüler in der Lage sind das Konzept zu begreifen. Glauben Sie dies nicht, so gehen Sie direkt zu 3. (Einschätzung des Lernerfolgs) über. Denken Sie daran, die Fragen zu Ebbe und Flut aus der Lernzielkontrolle zu nehmen.

70. Fragen Sie: „Welche Himmelskörper sind „Schuld“ daran, dass das Wasser ansteigt und wieder absinkt?“ [Den Mond werden Sie auf jeden Fall als Antwort bekommen, leiten Sie die Schüler aber auch zu der Antwort, dass die Sonne Einfluss auf die Erde hat. Weisen Sie die Schüler aber darauf hin, dass der Einfluss des Mondes wesentlich größer ist.] Fragen Sie: „Warum gibt es Flut?“ [weil der Mond das Wasser anzieht] „Wo auf der Erde ist also Flut?“ [Auf der Mond-zugewandten Seite der Erde.]
71. Weisen Sie die Schüler darauf hin, dass es auch auf der anderen Seite der Erde einen Flutberg gibt. Erinnern Sie sie an die Drehbewegung in Punkt 66 und lassen Sie die Schüler zusammen mit ihrem Partner überlegen, warum es diesen zweiten Flutberg gibt. [Mond und Erde drehen sich um ihren gemeinsamen Schwerpunkt auf der Mond-zugewandten Seite der Erde. Durch die Fliehkraft dieser Bewegung wird das Wasser auf der Mond-abgewandten Seite nach außen „gedrückt“.]

**Lehrer-Tipp:** Sie können die Fliehkraft mit Hilfe einer Schüssel und etwas Wasser demonstrieren. Füllen Sie in eine Schüssel (am besten aus Glas) drei Zentimeter Wasser und kreisen Sie sie. Es bildet sich, genau wie bei der Erde, ein „Flutberg“ durch die Fliehkraft, der dem Flutberg auf der Mond-abgewandten Seite entspricht.

72. Fragen Sie: „Warum entsteht der erste Flutberg?“ [weil der Mond das Wasser auf der Mond-zugewandten Seite anzieht] „Warum entsteht der zweite Flutberg?“ [weil Erde und Mond sich um den gemeinsamen Schwerpunkt, der sich auf der Mond-zugewandten Seite befindet, drehen. Durch die Fliehkraft wird das Wasser (und das Land) auf der Mond-abgewandten Seite „ausgebeult“.]
73. Fragen Sie: „Wo ist gerade Flut?“ [Lassen Sie die „Mond-Schüler“ auf diese Stellen deuten.]
74. Fragen Sie: „Was ist mit dem Wasser auf den anderen Seiten“ [niedriger Wasserstand; Ebbe.] „Warum?“ [weil der Mond das Wasser von dort weg zur Mond-zugewandten Seite der Erde zieht und da die Fliehkraft das Wasser auf der anderen Seite nach außen „beult“.]

**Lehrer-Tipp:** Es wirken durch den Mond zwei Kräfte auf die Wassermassen der Erde: die Mondanziehung und die Fliehkraft der Umlaufbewegung um den gemeinsamen Schwerpunkt. Die Gezeiten ergeben sich an den jeweiligen Punkten der Erde aus dem Verhältnis dieser beiden Kräfte. Die Fliehkraft ist überall gleich groß und vom Mond weggerichtet. Die Anziehungskraft des Mondes ist auf der Oberfläche der Mond-zugewandten Seite am größten und nimmt zum Ermittelpunkt hin ab. Dort heben sich die Kräfte gegenseitig auf. Auf der Mond-abgewandten Seite ist deshalb die Fliehkraft für den Flutberg verantwortlich. Es spielt auch die Verteilung der Kontinente eine große Rolle, da diese die Wassermassen abbremsen und ablenken. (siehe auch **W6**) Aber auch die Kontinente, die ja auf dem Magma des Erdinneren schwimmen, werden durch die Mondanziehungskraft um bis zu 30 cm angehoben. Da für diese Hebung kein Anhaltspunkt gegeben ist, nehmen wir sie nicht wahr. Der Einfluss des Mondes auf die Luft ist minimal.

75. Fragen Sie: „Welche Bewegung lässt die Sonne auf- und untergehen?“ [die Rotation] „Wie lange dauert eine Rotation der Erde um ihre Achse?“ [24 Stunden; ein Tag] Lassen Sie nun die „Erden-Schüler“ einen gesamten Tag rotieren, um zu sehen, wie oft ein bestimmter Punkt der Erde an einem Tag Flut hat. Die „Mond-Schüler“ sollen die Bewegung kontrollieren und durch ihren zur Erde gestreckten Arm verdeutlichen, wo sich die Flutberge gerade befinden.
76. Fragen Sie: „Wie oft gibt es täglich an einem bestimmten Punkt der Erde Flut?“ [zweimal] „Wie oft gibt es Ebbe?“ [zweimal] Erklären Sie den Schülern, dass es in Wirklichkeit etwas länger als einen Tag (24h 50min) dauert, bis ein bestimmter Punkt zweimal Flut und zweimal Ebbe hatte, da sich der Mond innerhalb eines Tages um  $12^\circ$  auf seiner Umlaufbahn um die Erde bewegt.

77. Teilen Sie den Schülern mit: „An Neumond und Vollmond kommt es zu Springfluten, was besonders hohe Fluten sind. Warum ist dies so?“ [Lassen Sie den Schülern Zeit, um es mit ihrem Partner auszuprobieren. Die Sonne wirkt mit ihrer Anziehungskraft ebenfalls auf die Wassermassen ein. Stehen Sonne, Erde und Mond „auf einer Achse“, so addieren sich die Kräfte.]
78. Fragen Sie: „Warum kommt es an den „Halbmond-Positionen“ zu einer Nippflut, einer besonders niedrigen Flut?“ [weil die Anziehungskräfte von Sonne und Mond das Wasser in entgegengesetzte Richtungen ziehen]
79. Teilen Sie den Schülern das Arbeitsblatt „**Ebbe und Flut**“ [ABL 9] als Hausaufgabe oder Aufgabe innerhalb der Klasse aus.

**Lehrer-Tipp:** Auf der Internetseite <http://www.umweltstation-iffens.de/ebbeflut.htm> können Sie Material zur Verdeutlichung von Ebbe und Flut finden.

### **3. EINSCHÄTZUNG DES LERNERFOLGS**

„Was hast du gelernt?“ [ABL 10 – ABL 12] ist ein abschließender Test und hilft Ihnen den Wissenszuwachs und die Umstrukturierungen in der Denkweise der Schüler, die durch die Luna-Einheit entstanden sind, einzuschätzen. Die Fragen sind dabei in ähnlicher Weise gestellt wie zu Beginn der Stunde, um Ihnen den Vergleich zu ermöglichen.

80. Bereiten Sie die Schüler durch eine Wiederholung der Arbeitsblätter, die während der Stunde vervollständigt wurden, vor.

**Lehrer- Tipp:** Vielleicht wollen Sie den Schülern auch die Möglichkeit geben ihr Verständnis in kinästhetischer Art und Weise zu demonstrieren. Dies kann als Vorbereitung auf den Test dienen oder aber in diesem beinhaltet sein.

81. Vergleichen Sie das Resultat dieses Tests mit den ähnlichen Fragen des Einschätzungsbogens vor der Stunde [AB 1 – AB 2]. Suchen Sie Anzeichen für eine Umstrukturierung des Wissens und des Verständnisses und dabei besonders Verschiebungen bei früheren Fehlvorstellungen.
82. Das ist das Ende der *Luna-Einheit*.

## 4. WISSENSWERTES ÜBER DEN MOND

### W1: Wann ist der Mond am Himmel zu sehen?

„Bei Neumond ist der Erdtrabant unsichtbar. Seine dunkle Nachtseite ist der Erde zugekehrt. Etwa 2-3 Tage danach taucht abends im Westen eine zunehmende Sichel auf. Pro Tag verspätet sich der Auf- und Untergang des Mondes um durchschnittlich 50 Minuten. Etwa 7 Tage nach Neumond ist Erstes Viertel (zunehmender Halbmond), der im Durchschnitt bei Sonnenuntergang im Süden steht und um Mitternacht untergeht. 14-15 Tage nach Neumond ist Vollmond, der die ganze Nacht über sichtbar ist. Bei einem Mondalter von 22 Tagen folgt das Letzte Viertel (abnehmender Halbmond), der im Mittel um Mitternacht aufgeht und bei Sonnenuntergang im Süden steht. Zuletzt steht die abnehmende Sichel in der östlichen Morgendämmerung 2 bis 3 Tage vor Neumond. Dann bleibt der Mond für 4-5 Tage unsichtbar.“ (dtv-Atlas Astronomie, S.51 und 53)

Sie können die Schüler dies auch kinästhetisch erfahren lassen, indem Sie alle Schüler als „Erden-Schüler“ mit „O“- und „W“- Fähnchen rotieren lassen. Den Mond, in seinen verschiedenen Phasen, stellen dabei Schilder mit den Hauptmondphasen dar, die an der jeweils richtigen Position neben, vor und hinter jeden Schüler auf den Boden gelegt werden. Nehmen Sie sich immer nur eine Mondphase vor und lassen Sie die Schüler von der „Mittags-Position“ bis zur erneuten „Mittags-Position“ in Etappen rotieren. Fragen Sie jeweils ob der Mond zu sehen ist und wo er gerade steht. Fragen Sie auch, ob der Mond auf- und unterzugehen scheint. (vgl. „Sky-Time“ Scheinen Sterne auf- und unterzugehen? Punkt 53-62)

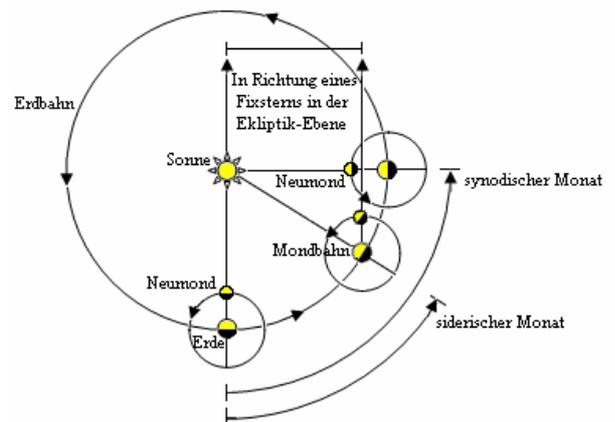
### W2: Definitionen eines Monats:

- Synodischer Monat: Zeitraum von einem Neumond zum folgenden Neumond (29,5 Tage)
- Siderischer Monat: Zeitraum, bis Erde und Mond wieder in gleicher Orientierung zu einem weit entfernten Stern stehen (27,3 Tage)
- Drakonischer Monat: Zeitraum bis der Mond den aufsteigenden Knoten (Schnittpunkt der Mondbahn mit der Ekliptik) erneut passiert (27,2 Tage)

Da sich die Knoten rückläufig durch den Sternzeichenkreis bewegen ist ein drakonischer Monat um ca. 2 ½ Stunden kürzer als ein siderischer Monat.

- Anomalistischer Monat: Zeitraum, bis der Mond das Perigäum wieder passiert (27,5 Tage)
- Tropischer Monat: Zeitraum, bis der Mond den Frühlingspunkt (Punkt an dem die Sonne am Frühlingsanfang erscheint) erneut passiert (27,3 Tage)

Für die Luna-Unterrichtseinheit ist der synodische Monat von Bedeutung, denn dieser wurde in Punkt 38 als Monat definiert. Allerdings richtet sich unser Kalender nicht nach dem Mond. Dies wird bei der Luna-Unterrichtseinheit vernachlässigt! Die Feste des Kirchenjahres allerdings richten sich nach dem Mond. Denn Ostern wird jedes Jahr einen Sonntag, nach dem ersten Vollmond nach Frühlingsanfang begangen. Auch der islamische Kalender richtet sich nach dem Mond. Ein islamisches Jahr basiert dabei auf 12 synodischen Monaten.



### W3: Können wir wirklich nur eine Seite des Mondes sehen?

Da die Umlaufzeit des Mondes um die Erde und die Rotation des Mondes um die eigene Achse die gleiche Zeit brauchen (gebundene Rotation), sehen wir immer nur eine Seite des Mondes. Durch die Libration, auf die im Folgenden Teil eingegangen wird, können wir allerdings 59% der Oberfläche sehen.

Die Winkelgeschwindigkeit während der Rotation des Mondes ist gleichförmig, die Geschwindigkeit auf seiner Umlaufbahn variiert jedoch aufgrund der elliptischen Form (2.Keplersches Gesetz). In der

Nähe des Apogäums ist die Winkelgeschwindigkeit der Rotation größer als die Geschwindigkeit der Umlaufbewegung. Man kann ein bisschen über den Ostrand hinaussehen. In der Nähe des Perigäums ist die Geschwindigkeit der Umlaufbewegung größer als die Winkelgeschwindigkeit der Rotation, so kann man ein wenig über den Westrand schauen. (Libration in Länge)

Die Rotationsachse des Mondes ist um ca.  $6,5^\circ$  Grad zur Senkrechten auf seiner Bahnebene geneigt. Bei der Umlaufbewegung des Mondes um die Erde ist uns deshalb einmal die Nordhalbkugel etwas mehr zugeneigt, einmal die Südhalbkugel. Wir können deshalb einmal etwas über die nördliche Kalotte blicken, einmal über die südliche. (Libration in der Breite)

Man muss bei dieser Überlegung allerdings bedenken, dass sich der Blickwinkel des Betrachters ändert, je nachdem, wo er sich auf der Erde befindet.

#### **W4: Die Orientierung der Mondbahn:**

Die Knotenpunkte (Schnittpunkte mit der Ekliptik) bewegen sich jedes Jahr um  $19^\circ$  gegen die Umlaufrichtung des Mondes auf der Mondbahn. Durch diese rückläufige Verschiebung der Knoten ändert sich ständig die Orientierung der Mondbahn zur Ekliptik. Nehmen wir an: Der Neumond steht um den Tag der Wintersonnwende über der Ekliptik. Dann würde er nach 9,3 Jahren am Tag der Wintersonnwende weit unter der Ekliptik stehen. Die auf- und absteigenden Knoten hätten genau die Positionen vertauscht. Noch einmal 9,3 Jahre später, also nach insgesamt 18,6 Jahren, würde sich der Neumond um den Tag der Wintersonnwende wieder in der Ausgangsposition befinden. Die Knoten brauchen also für einen vollen Rücklauf 18,6 Jahre.

#### **W5: Warum kommt es nicht jedes Jahr an denselben Daten zu Mond- und Sonnenfinsternissen?**

Eine Finsternis entsteht, wenn Erde, Mond und Sonne auf einer Achse liegen, wenn sich also der Mond in der „Vollmond-“ oder „Neumond-Position“ befindet und in der Nähe eines Knotenpunktes steht.

Zum einen müssen wir also den synodischen Monat betrachten, weil sich der Mond ja wieder in derselben Stellung zur Sonne befinden muss, zum anderen den drakonischen Monat, da es ja auf die Nähe zum Schnittpunkt der Mondbahn mit der Ekliptik ankommt.

Ein synodischer Monat dauert 29,5 Tage, ein drakonischer Monat 27,2 Tage,  $2\frac{1}{2}$  Stunden kürzer als ein siderischer Monat, da sich die Knoten ja rückläufig im Sternzeichenkreis bewegen.

Erst nach

242 drakonischen Monaten = 6585,36 Tagen und

223 synodischen Monaten = 6585,32 Tagen

wiederholen sich die Anfangsbedingungen und damit die Finsternisabläufe.

Diesen Zeitraum von 18 Jahren und  $10\frac{1}{3}$  Tagen bzw.  $11\frac{1}{3}$  Tagen (je nachdem, ob vier oder fünf Schaltjahre dazwischen liegen) nennt man *Sarosperiode*.

Allerdings berücksichtigt diese Periode den Beobachtungsort nicht, so dass andere Gebiete der Erde eine Sonnenfinsternis haben.

Da die Knoten sich rückläufig zu den Bewegungen von Erde und Mond verhalten, dauert es etwas kürzer als ein Jahr, nämlich 346,62 Tage, bis der aufsteigende Knoten wieder dieselbe Orientierung zur Sonne hat. Dieses Jahr nennt man ein *Finsternisjahr*. 19 Finsternisjahre haben eine Länge von 6585,78 Tagen.

Auch die Absiden (Perigäum und Apogäum) bewegen sich in der Ekliptik. Allerdings bewegen sie sich in Richtung des Sternzeichenkreises, weshalb ein anomalistischer Monat etwas länger dauert als ein siderischer. 239 anomalistische Monate dauern 6585,54 Tage.

Nach einer Sarosperiode wiederholen sich nicht nur die zeitlichen Abstände der Finsternisse, sondern der Mond nimmt auch in Bezug zu seinen Knoten und den Apsiden eine fast identische Stellung ein, so dass auch die Charakteristik der nach dieser Zeitspanne erneut auftretenden Finsternisse sich wiederholt.

#### **W6: Die Flutberge bremsen die Erde ab!**

„Die Flutberge wirken wie Bremsbacken auf die rotierende Erde. Die Gezeitenreibung verlangsamt tatsächlich die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde. Die Tageslänge nimmt in 100 000 Jahren um

1,6 Sekunden zu. Wie paläontologische Untersuchungen ergaben, betrug die Tageslänge vor 400 Millionen Jahren nur rund 22 Stunden, ein Jahr hatte damals somit 400 Tage. Bei der Abbremsung der Erdrotation wird Drehimpuls auf den Mond übertragen, was zu einer Entfernungszunahme führt: Pro Jahr vergrößert sich die mittlere Mondstanz um rund vier Zentimeter.“ (Astrowissen, Kosmos, S.82)

## **5. LITERATURVERZEICHNIS/QUELLENANGABEN**

- Dunlop, Storm und Tirion, Will, *Unser Sternenhimmel*, Orbis Verlag, München, 2003
- Herrmann, Joachim, *dtv-Atlas Astronomie*, 15. Auflage, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, München, März 2005
- Lexikonredaktion, *Der Brockhaus Astronomie*, F.A. Brockhaus GmbH, Mannheim, 2006
- Sharp, John G., *Children's astronomical beliefs*, Rolle School of Education, University of Plymouth, Exmouth, UK, International Journal of Science Education, Vol. 18, No. 6, 685-712, 1996
- [www.martin-wagner.org/Erde\\_und\\_Mond.htm](http://www.martin-wagner.org/Erde_und_Mond.htm)
- [www.martin-wagner.org/Mond.jpg](http://www.martin-wagner.org/Mond.jpg)
- [www.space-science-education.org/education/extra/kinesthetic\\_astronomy/download.html](http://www.space-science-education.org/education/extra/kinesthetic_astronomy/download.html)
- [www.sternfreunde-muenster.de/pdf/andromeda19981.pdf#search=%22Orientierung%20der%20Mondbahn%22](http://www.sternfreunde-muenster.de/pdf/andromeda19981.pdf#search=%22Orientierung%20der%20Mondbahn%22)
- [www.umweltstation-iffens.de/ebbeflut.htm](http://www.umweltstation-iffens.de/ebbeflut.htm)
- [www.univie.ac.at/EPH/Planetologie/Erdmond/index.htm](http://www.univie.ac.at/EPH/Planetologie/Erdmond/index.htm)
- [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)
- [www.zum.de/Faecher/Materialien/gebhardt/astronomie/finsternis/finsternis.html](http://www.zum.de/Faecher/Materialien/gebhardt/astronomie/finsternis/finsternis.html)
- [www.zum.de/Faecher/Materialien/gebhardt/astronomie/mondphasen/mondph.html](http://www.zum.de/Faecher/Materialien/gebhardt/astronomie/mondphasen/mondph.html)

# III. Arbeitsblätter Luna

Arbeitsblätter zur Einschätzung und Vertiefung der „Luna“-Einheit

## Inhaltsverzeichnis

<b>Arbeitsblatt oder Aktivität</b>	<b>Seitenzahl</b>
1. Was weißt du schon? (Voreinschätzungsbogen)	1 - 2
2. Maßstabgetreues Modell von Sonne, Erde und Mond (Ausschneideaktivität)	3
3. Die kinästhetischen Hauptphasen des Mondes (Arbeitsblatt)	4
4. Die Mondphasen (Arbeitsblatt)	5
5. Der Mond (Arbeitsblatt)	6
6. Die Mondbahn (Arbeitsblatt)	7
7. Mond- und Sonnenfinsternis (Arbeitsblatt)	8
8. Ebbe und Flut (Arbeitsblatt)	9
9. Was hast du gelernt? (Lernzielkontrolle)	10 - 12

Name: \_\_\_\_\_

## Was weißt du schon?

**1. Welche geometrische Form hat der Mond? Wie sieht seine Oberfläche aus?**

**Wenn dir Zeichnungen bei deiner Antwort helfen, darfst du gerne welche anfertigen:**

---

---

**2. Warum leuchtet der Mond?**

---

**3. Bewegt sich der Mond im Weltall?    Kreise ein:    JA    NEIN**

**Erkläre (wenn dir Zeichnungen dabei helfen, darfst du gerne welche anfertigen):**

---

---

---

**4. Was ist der Mond?**

---

**5. Sieht die Form des Mondes für uns auf der Erde immer gleich aus?**

**Kreise ein:    JA    NEIN**

**Wie sieht der Mond für uns aus und warum? \_\_\_\_\_**

---

---

**6. Gibt es Leben auf dem Mond?    Kreise ein:    JA    NEIN**

Name: \_\_\_\_\_

**Blatt 2/2: Was weißt du schon?**

**7. Wie entsteht eine Mondfinsternis?**

**Erkläre (wenn dir Zeichnungen dabei helfen, darfst du gerne welche anfertigen):**

---

---

**8. Wie entsteht eine Sonnenfinsternis?**

**Erkläre (wenn dir Zeichnungen dabei helfen, darfst du gerne welche anfertigen):**

---

---

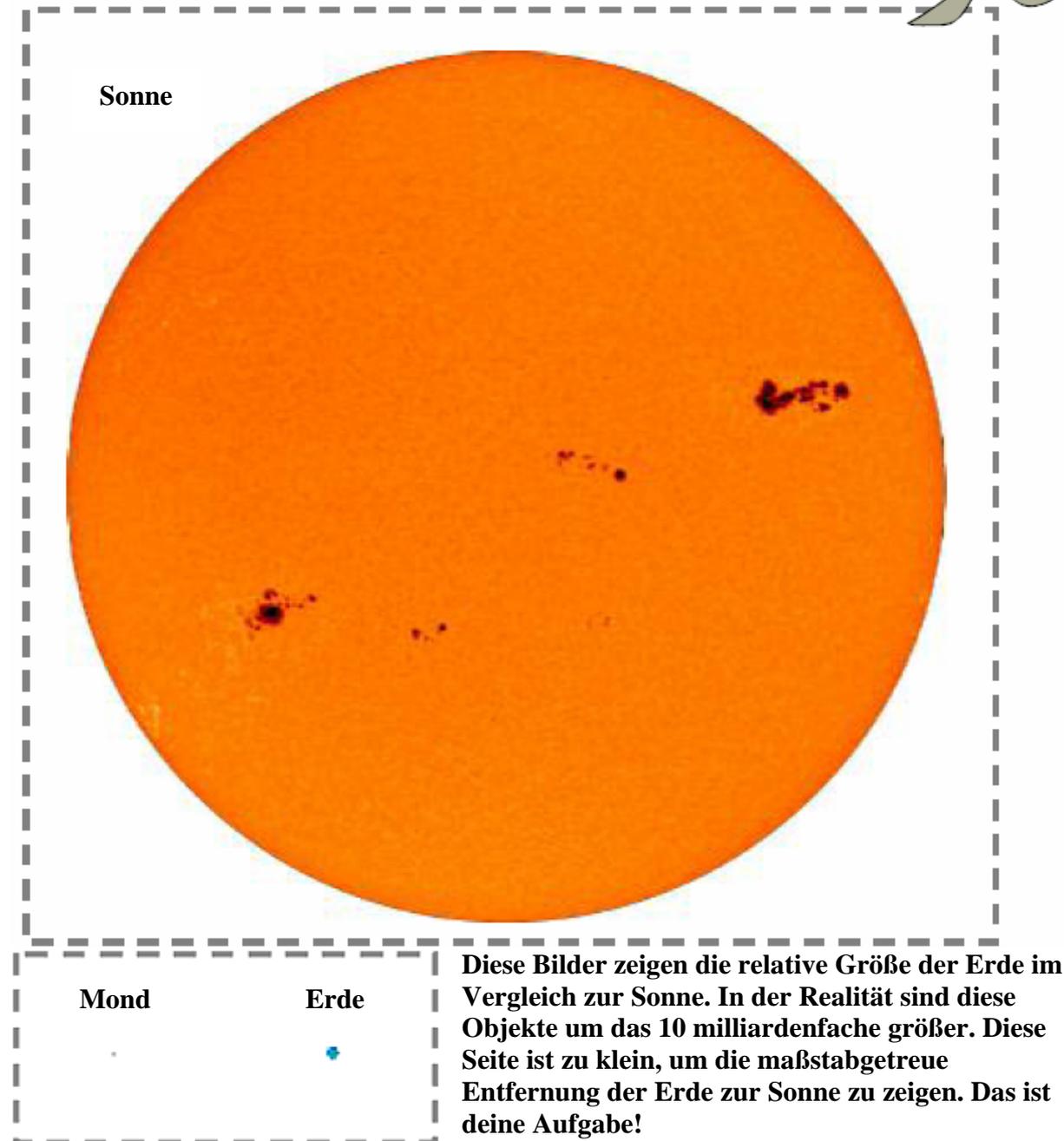
**9. Warum gibt es Ebbe und Flut?**

**Erkläre (wenn dir Zeichnungen dabei helfen, darfst du gerne welche anfertigen):**

---

---

## Maßstabsgetreues Modell von Sonne, Erde und Mond



**Weißt du eigentlich, was ein Stern ist?**

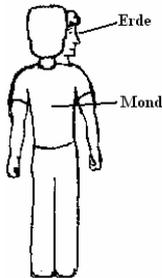
Schneide die Bilder an der gestrichelten Linie aus. Dann miss 15 Meter ab. An das eine Ende legst du die Sonne, an das andere die Erde. Jetzt hast du dein eigenes maßstabsgereutes Modell!

**Antwort:** Unter einem **Stern** versteht man einen selbstleuchtenden, aus Plasma bestehenden Himmelskörper, dessen Strahlungsenergie durch Kernfusion im Sterninneren aufgebracht wird.

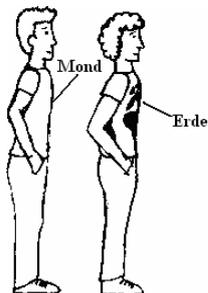
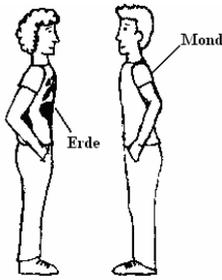
Name: \_\_\_\_\_

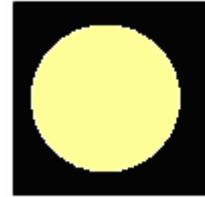
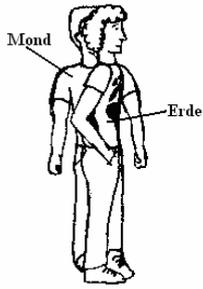
## Die kinästhetischen Hauptphasen des Mondes

Wie sieht der Mond für uns auf der Erde aus? Verbinde die kinästhetischen Positionen des Mondes durch Linien mit seiner sichtbaren Gestalt! Benenne sie!



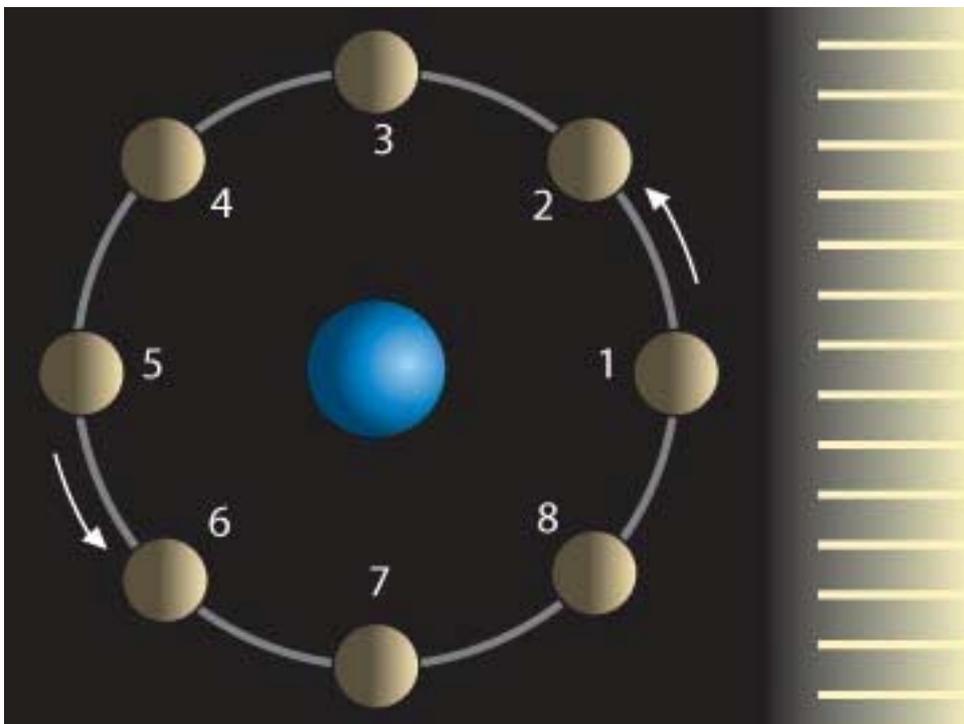
abnehmender Halbmond





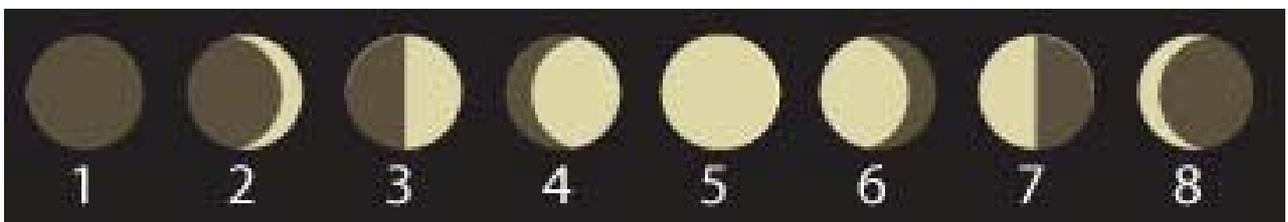
Name: \_\_\_\_\_

## Die Mondphasen



Hier siehst du acht markante Positionen abgebildet, die der Mond während seines Umlaufs um die Erde einnimmt. In der nächsten Graphik kannst du sehen, wie der Mond an diesen Positionen aussieht, wenn man ihn von der Erde aus betrachtet. Z.B. ist er an Position 2 eine nach links geöffnete Sichel, usw.

Die vier Hauptphasen des Mondes sind Vollmond, abnehmender Halbmond, Neumond und zunehmender Halbmond. Kannst du sie richtig zuordnen? Schreibe sie auf die Linien unter die Graphik.



\_\_\_\_\_



A: Erde  
B: Mond  
C: Umlaufrichtung  
D: Mondrotation  
E: Mondbahn

E: Sonnenlicht

Alle Graphiken dieser Seite stammen von <http://de.wikipedia.org/wiki/Mondphasen>

**Aufgabe:**

**Besuche folgende Internetseite und sieh dir die Animation der Mondphasen an:**

<http://www.zum.de/Faecher/Materialien/gebhardt/astronomie/mondphasen/mondph.html>

## Der Mond

Satellit	Atmosphäre	Neumond	halber	Menschen
zwischen	Oberfläche	Gestalt	Kreis	weiß-grauer
Mondphasen	Bahn	weißen	Mond	Halbkugel
Erde	kugelförmiges	Sonne		

Blicken wir an den Nachthimmel, können wir außer den Sternen meist noch den \_\_\_\_\_ entdecken. Der Mond hat nicht immer die gleiche \_\_\_\_\_, wenn wir ihn von der Erde aus betrachten. Diese unterschiedlichen Gestalten des Mondes werden \_\_\_\_\_ genannt. Sie entstehen durch die Bewegung des Mondes um die \_\_\_\_\_. Die \_\_\_\_\_ beleuchtet immer nur eine \_\_\_\_\_ des Mondes. Je nachdem wo sich der Mond auf seiner \_\_\_\_\_ um die Erde befindet, können wir mehr oder weniger dieser beleuchteten Halbkugel sehen. Ist gar nichts vom Mond zu sehen, haben wir gerade \_\_\_\_\_.

Der Mond steht dann \_\_\_\_\_ (meist nicht auf einer Ebene) Sonne und Erde im All. Sehen wir den Mond als \_\_\_\_\_ ist seit Neumond ein \_\_\_\_\_ Monat vergangen und wir haben gerade Vollmond. Der Mond befindet sich dann auf der Sonnenabgewandten Seite der Erde im Weltall.

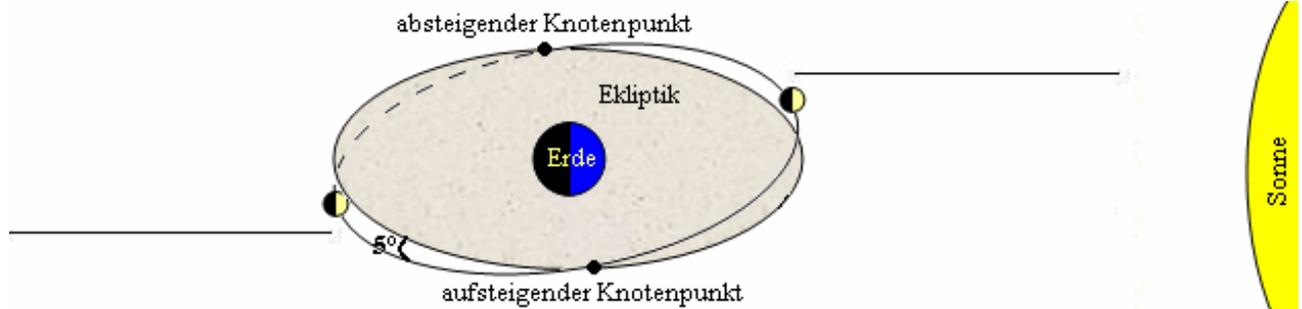
Der Mond ist der einzige, natürliche \_\_\_\_\_ der Erde. Er ist ein \_\_\_\_\_ Objekt von \_\_\_\_\_ Farbe. Seine \_\_\_\_\_ ist von Hochebenen und Maria (tiefe Krater, die durch Einschläge entstanden), aber vor allem von Regolith, einem Gemisch aus feinem Staub und felsigem Geröll aus Meteorauerschlägen, bedeckt.

Der Mond hat im Gegensatz zur Erde keine \_\_\_\_\_. Er ist aber bis jetzt der einzige Himmelskörper außer der Erde, der von \_\_\_\_\_ (erste Mondlandung: 20.7.1969) betreten wurde.

Name: \_\_\_\_\_

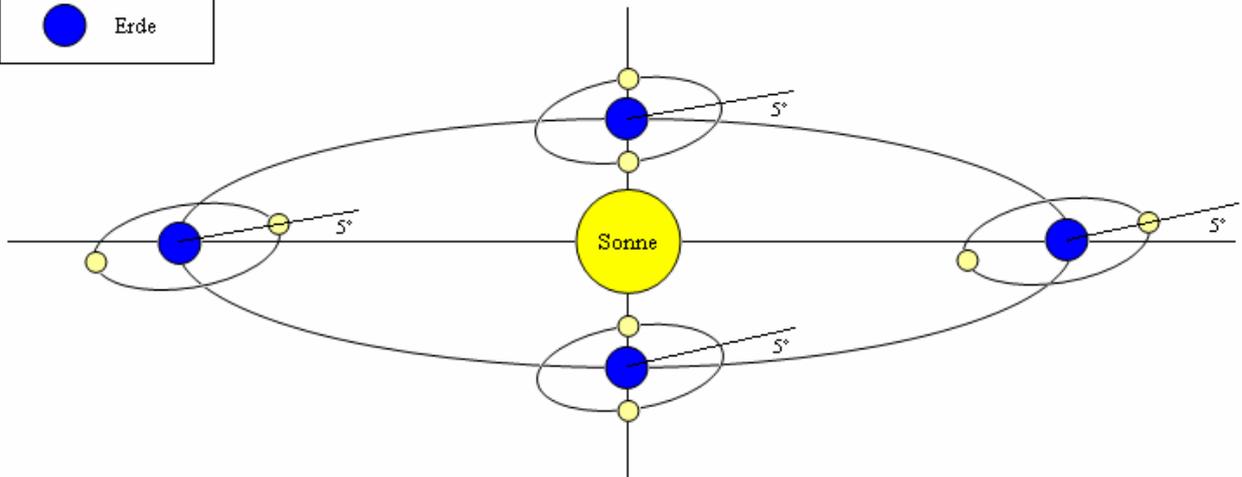
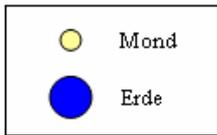
## Die Mondbahn

In der folgenden Graphik siehst du die Umlaufbahn des Mondes um die Erde. Sie ist um \_\_\_\_\_ zur Ekliptik (das ist die Ebene, in der sich Erde und Sonne befinden) geneigt. Der Mond braucht einen \_\_\_\_\_, um die Erde einmal zu umkreisen. Du siehst ihn an zwei Positionen seiner Umlaufbahn um die Erde abgebildet. Beschrifte diese korrekt mit Vollmond und Neumond. Zeige außerdem durch einen Pfeil an, in welcher Richtung der Mond die Erde umläuft.



Von der Erde aus können wir immer nur dieselbe Seite der Mondoberfläche sehen. Denn der Mond braucht genau einen \_\_\_\_\_, um einmal um seine Achse zu rotieren.

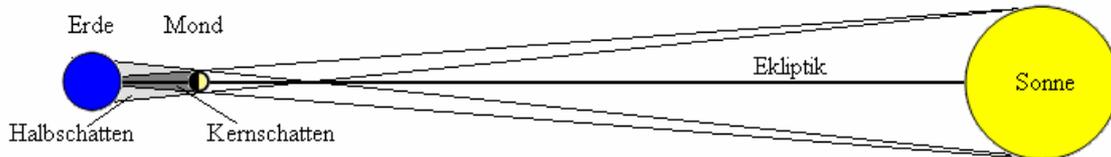
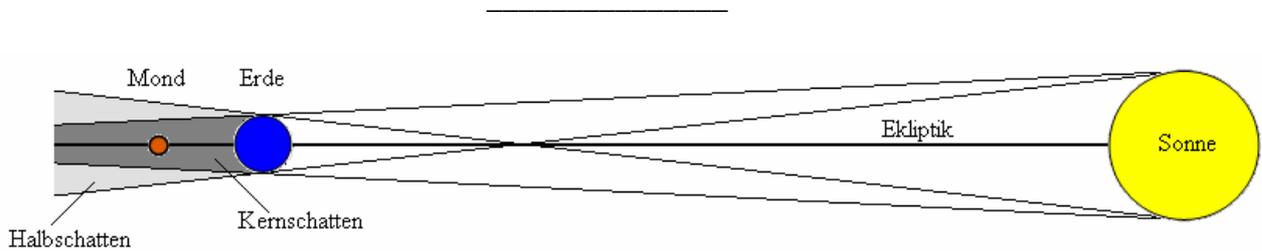
In dieser Graphik kannst du die Umlaufbahn der Erde um die Sonne sehen. Markiere mit einem Pfeil die Umlaufrichtung der Erde um die Sonne. Wenn du dir die Umlaufbahn des Mondes um die Erde ansiehst, kannst du erkennen, dass Sie das ganze Jahr über in gleicher Orientierung zur Ekliptik geneigt ist. Schreibe auch hier zu jeder abgebildeten Mondposition V = Vollmond oder N = Neumond und kennzeichne die Umlaufrichtung des Mondes um die Erde.



Name: \_\_\_\_\_

## Mond- und Sonnenfinsternis

Hier siehst du eine Mond- und eine Sonnenfinsternis. Aber was ist welche Finsternis?  
Überlege genau!  
Beschrifte dann die Graphiken!

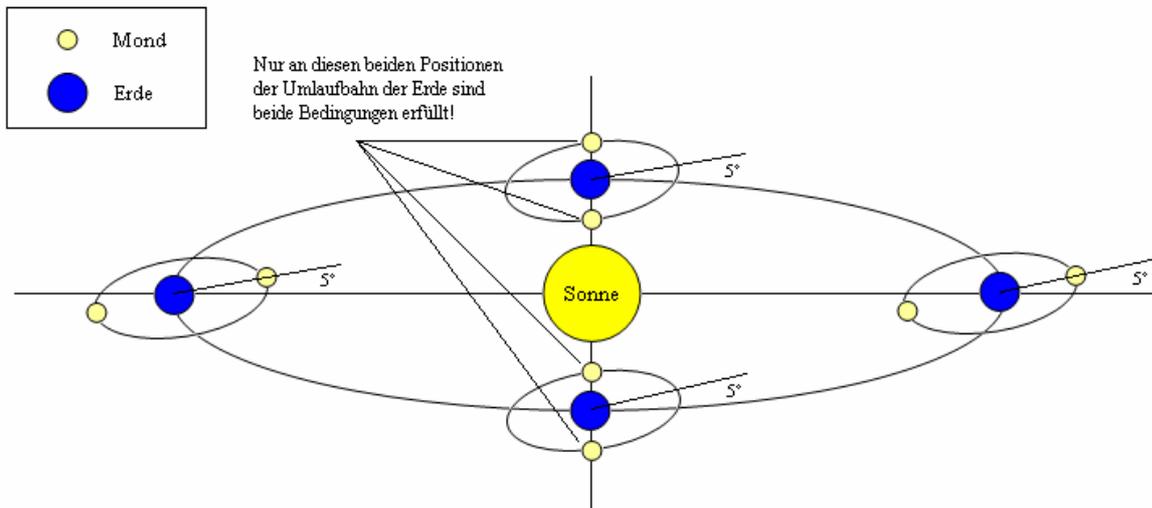


Zwei Bedingungen müssen erfüllt sein, damit es zu einer Sonnenfinsternis kommt:

1. Der Mond steht in der \_\_\_\_\_-Position
2. Der Mondbahn schneidet gerade die Ekliptik → der Mond befindet sich an einem \_\_\_\_\_.

Zwei Bedingungen müssen erfüllt sein, damit es zu einer Mondfinsternis kommt:

1. Der Mond steht in der \_\_\_\_\_-Position
2. Der Mondbahn schneidet gerade die Ekliptik → der Mond befindet sich an einem \_\_\_\_\_.



Name: \_\_\_\_\_

## Ebbe und Flut

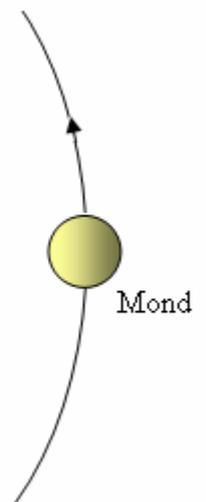
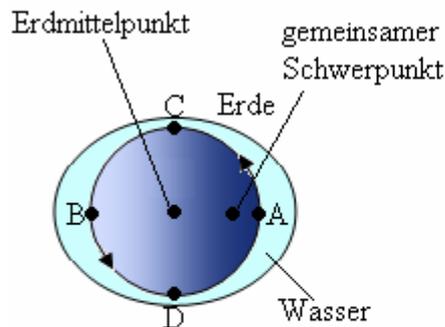
An den Punkten A und B ist gerade Flut. An den Punkten C und D ist Ebbe. Aber warum?

Der Mond zieht mit seiner \_\_\_\_\_ das Wasser auf die Seite der Erde, die ihm zugewandt ist.

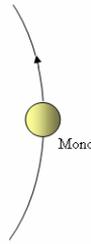
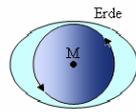
Durch die Fliehkraft, die durch die Drehbewegung von Mond und Erde um den gemeinsamen \_\_\_\_\_ entsteht, bildet sich in B ein zweiter \_\_\_\_\_.

Diese beiden Kräfte „ziehen“ das Wasser von C und D nach A und B.

Durch die \_\_\_\_\_ der Erde wandern die Flutberge. Jeder Punkt hat an etwas mehr als einem Tag zweimal Ebbe und Flut.

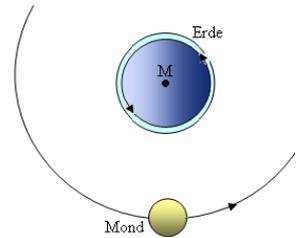


Es gibt noch einen anderen Himmelskörper, der mit seiner Anziehungskraft das Wasser der Erde zu sich zieht, die \_\_\_\_\_.



Steht der Mond in der \_\_\_\_\_ -  
 oder \_\_\_\_\_ -Position, so arbeiten  
 Sonne und Mond zusammen. Die Flut  
 ist besonders hoch. Das nennen wir  
Springflut.

Steht der Mond an einer der \_\_\_\_\_ -  
 Positionen, so ziehen Mond und Sonne das  
 Wasser in entgegengesetzte Richtungen. Die  
 Flut ist besonders \_\_\_\_\_. Das nennen wir  
Nippflut.



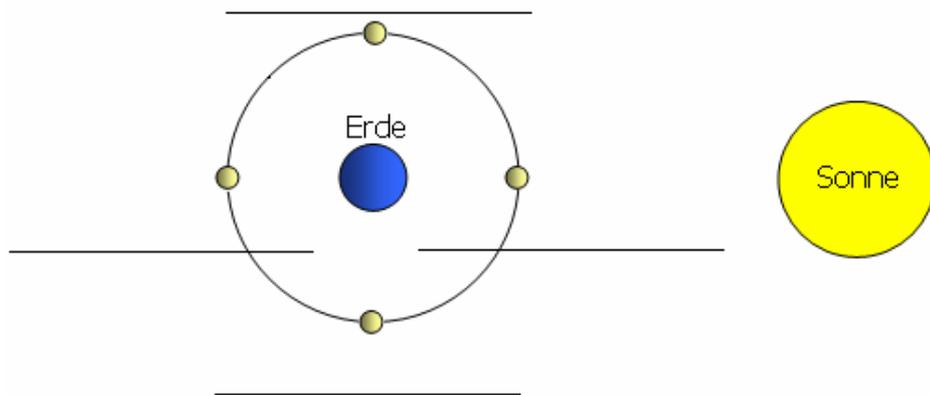
Name: \_\_\_\_\_

## Was hast du gelernt?

1. Was ist der Mond und wie sieht er aus? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Beschrifte die Graphik (Neumond, abnehmender Halbmond, zunehmender Halbmond, Vollmond) und kennzeichne die Umlaufrichtung des Mondes durch einen Pfeil!



3. Wie sieht der Mond an diesen Positionen für uns auf der Erde aus? Zeichne!

Vollmond:

abn. Halbmond:

zun. Halbmond:

Neumond:

4. Erkläre die Entstehung dieser Mondphasen? \_\_\_\_\_

---

---

5. Wir haben drei Bewegungen des Mondes im Weltall kennengelernt. Nenne sie und erläutere wie lange der Mond dafür braucht! \_\_\_\_\_

---

---

Name: \_\_\_\_\_

### Blatt 2/3: Was hast du gelernt?

6. Beschreibe die Bahn des Mondes um die Erde! Benutze dabei die Wörter Ellipse, Ekliptik, geneigt!

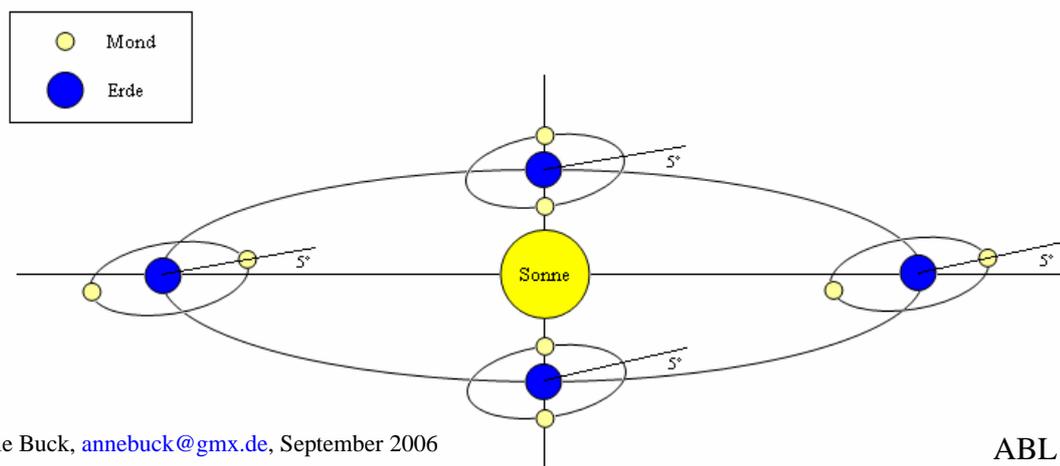
---

---

7. Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit eine Mond- oder Sonnenfinsternis entsteht? a) \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

8. Markiere die Positionen auf der Umlaufbahn der Erde, an denen beide Bedingungen für eine Finsternis erfüllt sind!



**9. Wie entsteht eine Mondfinsternis?**

**Erkläre (wenn dir Zeichnungen dabei helfen, darfst du gerne welche anfertigen):**

---

---

Name: \_\_\_\_\_

**Blatt 3/3: Was hast du gelernt?**

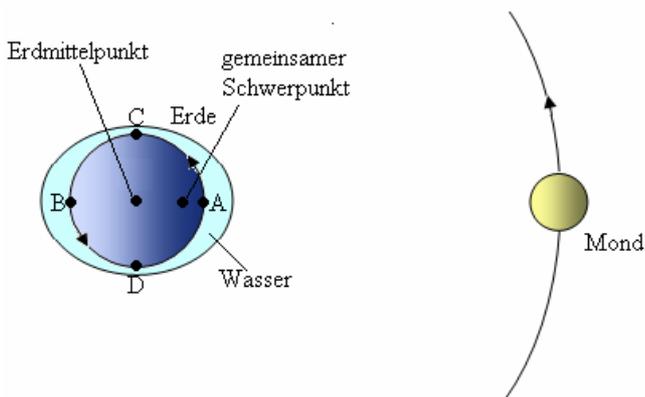
**10. Wie entsteht eine Sonnenfinsternis?**

**Erkläre (wenn dir Zeichnungen dabei helfen, darfst du gerne welche anfertigen):**

---

---

**11. Erkläre wie Ebbe und Flut an den vier Punkten A, B, C und D zustande kommen!**



---

---

---

---

---

---

---

**12. Warum wandern die Flutberge?** \_\_\_\_\_

**13. Was ist eine Springflut, was ist eine Nippflut und wie entstehen sie?**

**Erkläre (wenn dir Zeichnungen dabei helfen, darfst du gerne welche anfertigen):**

---

---

---