

# Wo der Mond auf dem Kopf steht und die Sonne verkehrt herum läuft – ein hybrides Lernangebot

In Ergänzung zur Rubrik „Der Himmel im Überblick“ der Zeitschrift »Sterne und Weltraum« 8/2020, S. 23-32, WIS-ID: 1421040, Zielgruppe: Unterstufe bis Mittelstufe

Natalie Fischer

Da staunt die Urlauberfamilie aus Deutschland nicht schlecht: obwohl wir alle auf demselben Planeten Erde wohnen und wir alle in denselben Himmel blicken, scheinen der Mond und auch die Sternbilder bei der Safari in Südafrika betrachtet auf dem Kopf zu stehen! Auch die Sonne benimmt sich merkwürdig: sie geht zwar wie gewohnt in östlicher Richtung auf und in westlicher Richtung unter, aber ihre Bahn verläuft anders als bei uns in Europa über die Nordrichtung – also falsch herum. Mit Hilfe des kostenlosen und quelloffenen Astronomieprogramms Stellarium sollen die Schüler\*innen der Ursache dafür im Rahmen eines **hybriden Lernarrangements** auf den Grund gehen. Die Unterrichtseinheit ist ausgelegt für **drei Video-Unterrichtseinheiten im Klassenverband und zwei Hausaufgabenphasen**, in denen die Schüle\*rinnen mit Stellarium zuhause arbeiten. Das Angebot kann natürlich auch während eines regulären Präsenzunterrichts durchgeführt werden. Wichtig ist im Zusammenhang mit einem **Hybridunterricht** (Kombination aus Online- und Präsenzangeboten), dass sich die Schüler\*innen mit in den Unterricht einbringen, ihre Bildschirme mit der Klassengemeinschaft teilen können und es so zu einer aktiven Teilnahme und nicht bloß zu einem Besuch des Unterrichts kommt.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Positionsastronomie	<a href="#">Sonnenbahn</a> , <a href="#">Tag- und Nachtgleiche</a> , <a href="#">Mondbahn</a> , <a href="#">Mondphasen</a> , <a href="#">Sternbilder</a>
Physik	Mechanik	Bezugssystem
Fächer- verknüpfung	Astro-Geographie	Breitengrad, Längengrad, <a href="#">Äquator</a>
Lehre allgemein	Kompetenzen (Wissen, Erkenntnis, Kommunikation), Unterrichtsmittel, Lehrformen	Umgang mit der Planetariumssoftware <a href="#">Stellarium</a> , Beobachtung des Aussehens und der Bewegung des Sternhimmels, dokumentieren Ergebnisse aus der Arbeit mit Stellarium, bilden Hypothesen, führen Recherchen durch, diskutieren Ergebnisse, Hybridunterricht, Einzel- und Gruppenarbeit

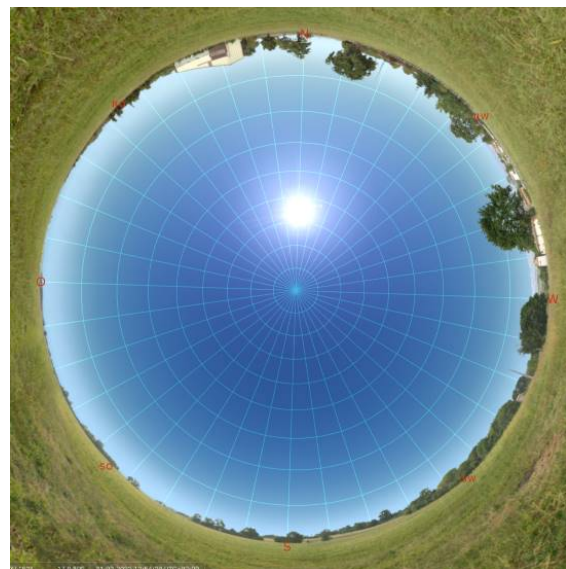
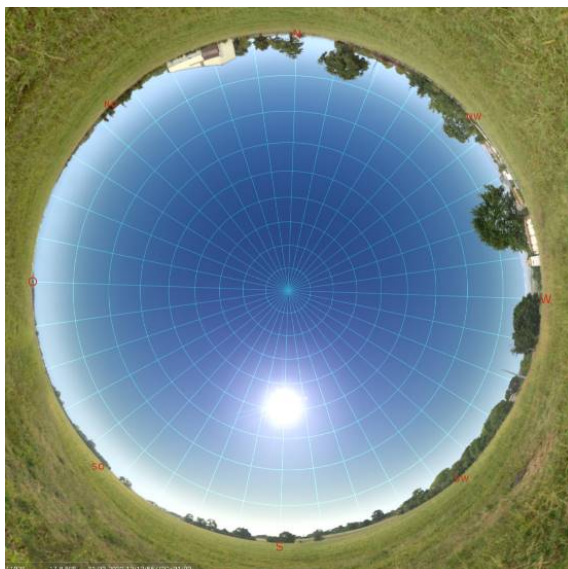


Abbildung 1: Himmelsanblick in Deutschland (linkes Bild) und Südafrika (rechtes Bild) zur Mittagszeit: deutlich ist zu erkennen, dass nicht an allen Orten der Welt die Sonne ihren höchsten Stand im Süden erreicht. (Foto: N. Fischer / HdA, mit stellarium.org)

## 1. Stunde: Einleitung und Kennenlernen von Stellarium

(Video-Konferenz oder Präsenzunterricht im Klassenzimmer)

### Die Idee mit dem Perspektivwechsel

Eigentlich ist es nicht verwunderlich, dass die Idee von der Kugelgestalt der Erde schon mehrere tausend Jahre alt ist. Denn ermöglicht wurde diese Erkenntnis nicht durch den Einsatz komplexer technischer Geräte, sondern durch genaue Beobachtungen von Himmelsereignissen mit dem bloßen Auge. Das Besondere an diesen Beobachtungen war jedoch, dass neben den Beobachtungen am eigenen Wohnort auch Beobachtungen von Beobachtungsorten herangezogen wurden, die hunderte von Kilometern weit entfernt lagen. Erst dieser Perspektivwechsel ermöglichte es den Gelehrten, das ganze Bild zu sehen.

Im Fall der Kugelgestalt der Erde lagen der Erkenntnis u. a. diese drei Beobachtungen zugrunde, die jeweils eine andere (räumlich-geometrische) Perspektive verlangten:

1. Der Polarstern, der die Nordrichtung anzeigt, steht immer an der gleichen Stelle. Alle anderen Sterne bewegen sich kreisförmig um ihn herum. Ein Beobachter, der sich in Richtung Süden bewegt, wird feststellen, dass sich die Position des Polarsterns mit jedem Schritt immer weiter nach Norden verschiebt, bis der Beobachter beim Äquator angekommen ist und der Polarstern am Nordhorizont verschwindet. Bei einer Wanderung Richtung Norden wandert der Polarstern nach Süden immer weiter Richtung Zenit.
2. Der Schatten, der sich bei einer Mondfinsternis über den Mond schiebt, ist rund. Daher muss der Schattengeber, die Erde, ebenfalls rund sein.
3. Schiffe, die einen Hafen verlassen, werden nicht nur immer kleiner, je weiter sie sich vom Beobachter entfernen, sondern versinken am Horizont beginnend mit dem Rumpf immer weiter nach unten bis nur noch die Mastspitze übrig ist.

Aristoteles schloss aus diesen Beobachtungen, dass die Erde keine flache Scheibe sein kann, sondern eine Kugel sein muss.

Eratosthenes gelang auf Grund eines Perspektivwechsels sogar die Bestimmung des Erdumfangs: Er hatte die Beobachtung gemacht, dass der Schatten eines Stabes zur Mittagszeit der Sommer-Sonnenwende an zwei auf einem Längengrad liegenden Orten unterschiedlich lang ist. Mit der gemessenen Winkeldifferenz und dem wahren Abstand beider Orte ließ sich der Erdumfang berechnen.

Allein ein Perspektivwechsel führt also schon oft zu neuen Erkenntnissen! Es hat aber auch zur Konsequenz, dass ich aus meinen alleinigen Beobachtungen heraus auch falsche Schlüsse ziehen kann und dass die Welt, in der ich lebe, hinter meinem persönlichen Erfahrungs- und Beobachtungshorizont ganz anders aussehen kann!

Dieses „anders aussehen“ wollen wir an drei konkreten astronomischen Alltagsphänomenen untersuchen und sehen, welchen Erkenntnisgewinn wir tatsächlich nur durch den Wechsel der Perspektive (hier: des Beobachtungsortes) erfahren: am Tagbogen der Sonne, den Mondphasen und an der Lage der Sternbilder (hier: Orion). Dazu nutzen wir die Anwendung Stellarium, die uns auf Knopfdruck zu den unterschiedlichsten Orten der Erde bringt. Erfreulich ist in dem Zusammenhang, dass sich diese Himmelschauspiele natürlich bei jeder Urlaubsreise live erleben lassen und daher nicht nur einen akademischen Wert haben: so mancher Urlauber aus Europa stand schon staunend auf der Südhalbkugel und fragte sich, ob hier irgendwas verkehrt herum läuft!

## Erstes Kennenlernen von Stellarium

Stellarium ist eine Applikation für den PC (kostenfrei) und für mobile Endgeräten (kostenpflichtig). Mit ihr kann sich der Nutzer über jedem beliebigen Ort der Erde und zu jedem beliebigen Zeitpunkt den Himmel mit seinen sichtbaren Himmelsobjekten auf einem Bildschirm anzeigen lassen. Die Funktionalität von Stellarium ist sehr umfangreich, wir beschränken uns aber auf die für diesen Beitrag ausreichenden Elemente. Selbstverständlich gibt auf dem Markt auch andere (ebenfalls kostenfreie) Apps, die die gleiche Funktionalität besitzen und selbstverständlich alternativ genutzt werden können.

Lehrer\*innen (L) und Schüler\*innen (S) öffnen Stellarium beim ersten Mal gemeinsam. Das kann im Klassenzimmer über einen Beamer oder bei einer Videokonferenz über das Teilen des Bildschirms erfolgen. Textabschnitte, die mit „“ eingerahmt sind, sind als mögliche Anweisungen an die Schüler formuliert.

Allgemeine Hinweise: Alle Aktionsfenster lassen sich wie gewohnt mit gedrückter Maustaste verschieben und mit einem Klick auf ein kleines Kreuz oben rechts schließen. Ein vorheriges Abspeichern ist nicht notwendig.

- Schritt 1:** Öffnen Sie Stellarium, indem Sie auf das Symbol doppelklicken.  
Es erscheint ein Landschaftsbild. Bei Bedarf können Sie mit der Funktionstaste F11 den Vollbildmodus verlassen.
- Schritt 2:** L: „Beschreibe was du siehst.“  
S: Bild einer Wiese, darüber ein blauer Himmel, am Horizont sind Bäume und Büsche zu sehen. Es steht ein rotes S auf der Wiese. (Fachwörter: Himmel, Horizont)  
Unten ist eine Textzeile zu sehen (v.l.n.r.: Erde, Beobachtungsort, Höhe des Ortes über dem Meeresspiegel, Sichtfeld in Grad, Anzahl Bilder pro Sekunde, Datum, Uhrzeit, Zeitzone), oben rechts befinden sich vier Symbole, die für uns aber unwichtig sind.
- Schritt 3:** L: „Wir bewegen uns mit der Maus über das Bild. Beschreibe, was passiert.“  
S: Berührt die Maus den unteren oder den linken Rand, so erscheint dort eine waagerechte bzw. senkrechte Leiste mit Symbolen. Sobald die Maus wieder weg ist, verschwindet die jeweilige Leiste. Berührt der Mauszeiger ein Symbol dieser Leisten, so wird dieses weiß umrahmt und eine kurze Textnachricht mit Tastenkürzel zeigt an, für welche Aktion das Symbol steht, zum Beispiel „Himmelsrichtungen [Q]“. Wird auf das Symbol geklickt, so öffnet sich ein entsprechendes Aktionsfenster.
- Schritt 4:** *Ändern der Blickrichtung:* Um auf der Wiese in eine andere Richtung zu blicken, wird die Maus mit gedrückter linker Maustaste in die gewünschte Blickrichtung bewegt. Alternativ erfolgt die Bewegung mit den vier Pfeiltasten.  
L: „Was siehst Du Neues?“  
S: Man kann nach oben (Himmel) oder unten (Gras) gucken und sich nach rechts oder links drehen. Im Himmel ist die Sonne zu sehen, auf dem Gras stehen noch weitere rote Buchstaben. Das sind die Himmelsrichtungen. (Fachwörter: Himmelsrichtungen). Hinweis auf Merkspruch „Nie Ohne Seife Waschen“. Mit Klick auf die Q-Taste lassen sich die Himmelsrichtungen entfernen oder anzeigen.
- Schritt 5:** *Heran- und Wegzoomen:* Dazu entweder das Rad an der Maus nach vorne oder hinten Rollen oder die Tasten „Bild hoch“ bzw. „Bild runter“ bedienen.

**Schritt 6:** *Ändern des Datums und der Uhrzeit:* Berühren Sie mit der Maus den linken unteren Seitenrand und klicken Sie die Uhr an (zweite Schaltfläche von oben). Drücken Sie alternativ die Funktionstaste F5. Es erscheint ein Fenster, das das Datum mit Jahreszahl, Monat und Tag, sowie die Uhrzeit mit Stunden, Minuten und Sekunden anzeigt. Darüber bzw. darunter befinden sich kleine Pfeilspitzen. Geändert werden die Werte mit der Maus, indem Sie auf die Pfeilspitzen klicken: größere Werte (auf die obere Pfeilspitzen klicken) oder kleiner Werte (auf die untere Pfeilspitzen klicken). Mit der Tastatur können Sie die Werte verändern, indem Sie mit den Tab-Tasten die Werte auswählen und dann die Pfeil-hoch- bzw. Pfeil-runter Tasten verwenden.

Durch mehrfaches Klicken auf die Stundenpfeiltaste nach oben können Sie schrittweise zum Beispiel den Lauf der Sonne über den Himmel (Tagbogen) betrachten oder durch mehrfaches Klicken der Monatepfeiltaste nach oben die Änderung der Sonnenhöhe über dem Horizont zu einem festen Zeitpunkt über mehrere Monate hinweg verfolgen.

**Schritt 7:** *Ändern des Beobachtungsortes:* Um den Beobachtungsort zu ändern, bewegen Sie die Maus wieder zum linken unteren Bildschirmrand und klicken Sie nun auf die Rosette (das oberste Symbol), alternativ drücken Sie die Funktionstaste F6. Es öffnet sich ein Fenster mit einer Weltkarte, den aktuellen Standortinformationen und einer Ortsliste. Der rote Pfeil auf der Weltkarte zeigt die Lage Ihres aktuellen Beobachtungsorts an. Diesen können Sie auf unterschiedliche Weisen ändern, zum Beispiel indem wir den Ort in der Ortsliste auswählen.

**Schritt 8:** *Objekt auswählen und vergrößern:* Diese Aktion ist wichtig, wenn Sie nähere Informationen zu einem Objekt haben möchten, das auf Ihrem Bildschirm angezeigt wird, zum Beispiel Monde, Sterne, Planeten, etc. oder wenn Sie ein Objekt heranzoomen wollen. Die Auswahl erfolgt durch Anklicken des Objekts mit der linken Maustaste. Es erscheint nun auf dem Monitor oben links eine Auswahl an Informationen (Name, Typ, Helligkeit, Position und Entfernung). Die Zahlenwerte verändern sich deshalb ständig, da die Zeit voranschreitet und die Himmelskörper über den Himmel wandern, während Sie das Programm verwenden. Möchten Sie die Auswahl aufheben, drücken sie einfach die rechte Maustaste. Dann sind auch die Informationen nicht mehr sehen. Möchten Sie ein Objekt vergrößern, um zum Beispiel Oberflächendetails zu sehen, so markieren Sie es zuerst und drücken dann „/“ (mit „\“ machen Sie die Vergrößerung wieder rückgängig).

**Schritt 9:** *Verlassen des Programms:* Sie können das Programm verlassen, indem Sie entweder mit der Maus den unteren Bildschirmrand berühren und aus der waagerechten Menüleiste das Symbol ganz rechts auswählen oder alternativ Ctrl+Q drücken.

Sämtliche Befehle und viele weitere finden Sie auch in der Hilfefunktion (mit der Maus die Schaltfläche mit dem Fragezeichen in der Menüleiste am unteren linken Bildschirmrand wählen oder Funktionstaste F1 drücken).

Jetzt sind Sie und Ihre Schüler\*innen gewappnet, sich frei auf der Erde zu bewegen und den Himmel zu jedem beliebigen Zeitpunkt zu betrachten.

## Hausaufgabe zur 1. Stunde:

### Erste eigene Gehversuche mit Stellarium und Forschungsfrage „Sonnenbahn“

(Einzel- oder Gruppenarbeit zuhause)

Nun geht es darum, dass die Schüler\*innen sich selbst mit der App bzw. dem Computerprogramm Stellarium vertraut machen. Die Funktionen des Programms, die in der ersten Schulstunde vorgestellt wurden, erhalten die Schüler\*innen zum Nachlesen und Nachbereiten als Dokument (siehe *Anleitung\_Stellarium.pdf*).

Die genaue Vorgehensweise hängt natürlich davon ab, ob es schuleigene oder schülereigene Computer/Tablets gibt oder/und ob die Schüler\*innen zuhause Zugang zu einem PC haben. Sollte es möglich sein, dass sich Schüler persönlich treffen können, dann können die Schüler die nachfolgenden Übungen auch in kleinen Gruppen oder Partnerarbeit durchführen.

Die **Hausaufgabe** besteht aus zwei Teilen:

1. Die Schüler\*innen sollen sich mit den oben genannten Funktionsweisen von Stellarium vertraut machen und mit dem Programm etwas herumspielen.
2. Die Forschungsfrage „Sonnenbahn“ soll beantwortet werden. Dazu sind „Beobachtungen“ zu planen und mit Stellarium durchzuführen.

**Forschungsfrage „Sonnenbahn“:** *Überprüfe den Spruch „Im Osten geht die Sonne auf, im Süden steigt sie hoch hinauf, in Westen wird sie untergehen, im Norden ist sie nie zu sehen!“ auf seine weltweite und von der Jahreszeit unabhängige Gültigkeit.*

Wähle dazu die Beobachtungsstandorte München (Deutschland), Bongo (Kongo) und Kapstadt (Südafrika) aus. Als Datum wähle zunächst den 21.3. aus. Dokumentiere Deine Beobachtungen. Was fällt Dir auf?

Wiederhole anschließend Deine Beobachtungen mit einem beliebigen Termin im Januar und einen beliebigen Termin im Juni. Dokumentiere Deine Beobachtungen. Was fällt Dir auf?

*Tipp:* Die Auf- und Untergangsort der Sonne lassen sich leicht erkennen. Um aber besser den höchsten Punkt der Sonnenbahn zu kontrollieren, kannst Du dir durch Drücken der „z“-Taste ein Koordinatensystem in Form eines Gitternetzes einblenden lassen, das wie eine Käseglocke über deinen Beobachtungsort (Wiese) gestülpt wird. Beim Zenit – das ist der Punkt genau über dem Beobachter – laufen die senkrechten Linien zusammen. Die waagerechten Linien helfen Dir bei der Einschätzung, bei welcher Himmelsrichtung die Sonne am höchsten steht.

### Lösung der Hausaufgabe Teil 2:

Am 21.3. und am 23.9. sind die Tage der **Tag-und-Nacht-Gleiche**: Tag und Nacht sind gleich lang, d.h., die Bahn der Sonne über dem Horizont ist genauso lang, wie ihre Bahn auf der Nachtseite der Erde.

- Die Sonne geht daher bei allen drei Standorten genau im Osten auf und genau im Westen unter.
- In München (als Vertreter der Nordhalbkugel) erreicht die Sonne im Süden ihren höchsten Punkt. Dazu bewegt sie sich von Osten kommend nach rechts Richtung Süden und weiter nach Westen.
- In Bondo (als Vertreter der Äquatorregion) geht die Sonne nach ihrem Aufgang im Osten senkrecht nach oben zum Zenit und dann wieder hinunter Richtung Westpunkt. Der Zenit liegt genau zwischen Norden und Süden.
- In Kapstadt (als Vertreter der Südhalbkugel) erreicht die Sonne im Norden ihren höchsten Punkt. Dazu bewegt sie sich von Osten kommend nach links Richtung Norden und weiter nach Westen.

Daher stimmt der Merkspruch nicht weltweit. Die Polarregionen werden hier nicht berücksichtigt.

Zu den anderen zwei Zeitpunkten (im Januar und im Juni)

- verschieben sich bei allen drei Standorten die Auf- bzw. Untergangsorte im Januar jeweils Richtung Süden und im Juni jeweils Richtung Norden.
- Auf der Nord- bzw. Südhalbkugel steht die Sonne nach wie vor ausschließlich im Süden bzw. Norden am höchsten.
- Am Äquator jedoch ist es anders: da steht die Sonne im Januar (genauer vom 23.9. bis zum 21.3.) im Süden am höchsten und im Juni (genauer vom 21.3. bis zum 23.9.) im Norden am höchsten! Somit hat der Spruch keine weltweite und Jahreszeitlich unabhängige Gültigkeit!



Abbildung 2: Warum steht die Sonne auf der Nordhalbkugel mittags hoch im Süden und auf der Südhalbkugel hoch im Norden: Tom wohnt auf der Nordhalbkugel, Nina auf der Südhalbkugel. Für beide geht morgens die Sonne in östlicher Richtung auf. Während sich die Erde weiter nach Osten dreht, wandert die Sonne über den Himmel: für Tom (der mit dem Rücken Richtung Norden steht und damit gar nicht in diese Richtung blickt), nach rechts und damit Richtung Süden und für Nina nach links und damit Richtung Norden. Abends geht für beide Kinder die Sonne in westlicher Richtung wieder unter. (Foto: N. Fischer / HdA).

### Ergänzungen zur Hausaufgabe:

- Die meisten Menschen haben noch nie darüber nachgedacht, ob die Sonne auf der Südhalbkugel der Erde anders über den Himmel läuft, als auf der Nordhalbkugel. Lassen Sie Ihre Schüler\*innen eine Umfrage dazu machen. Viele Befragte tippen eher darauf, dass die Sonne im Westen aufgeht und im Osten untergeht.
- Nachdem die Schüler\*innen die Abhängigkeit Sonnenbahn vom Breitengrad der Erde erkannt haben, können Sie in einem weiteren Schritt überprüfen, ob es auch eine Abhängigkeit vom Längengrad gibt. (Lösung: Nein, gibt es nicht.)
- Die Änderung der Sonnenbahn in Abhängigkeit von Breitengrad und Jahreszeit ist ein schönes Forschungsprojekt, dass sich sehr gut in der Schule durchführen lässt. Anregungen finden Sie im WIS-Beitrag: Der scheinbaren täglichen Sonnenbahn auf der Spur (08/2018)  
<http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/der-scheinbaren-sonnenbahn-auf-der-spur-vom-sonnenstand-zur-sonnenbahn/1421012>



## 2. Stunde: Besprechung der Hausaufgabe und Forschungsfrage „Mondphasen“

(Video-Konferenz oder Präsenzunterricht im Klassenzimmer)

### Besprechung der Hausaufgabe:

Im ersten Teil dieser Unterrichtseinheit werden die Hausaufgaben besprochen. Dazu wird zunächst ein Feedback darüber eingeholt, ob und wie die Schüler\*innen mit Stellarium zurechtkamen. Sollte es noch Unklarheiten geben, können diese nun beseitigt werden. Im Anschluss steht die Lösung der ersten Forschungsfrage im Vordergrund. Hier bietet es sich an, die verschiedenen Lösungsschritte am Bildschirm nochmals nachzuverfolgen. Dazu können im Idealfall mehrere Schüler\*innen beitragen, indem sie ihren Bildschirm jeweils mit der Klasse teilen. Alternativ teilt die Lehrkraft ihren Bildschirm und die Schüler\*innen berichten, was sie gemacht haben und was ihnen aufgefallen ist. Im Falle eines Präsenzunterrichts können die Schüler\*innen direkt über den PC/Tablett/Beamer im Klassenzimmer ihre Ergebnisse vorstellen.

Nun steht eine weitere Forschungsfrage an, deren Lösung wieder als Hausaufgabe vergeben wird:

### Forschungsfrage „Mondphasen“:

*Untersuche an den Beobachtungsstandorten München (Deutschland), Bondo (Kongo) und Kapstadt (Südafrika), ob die Mondphasen zu einem festen Zeitpunkt an allen Standorten gleich aussehen.*

Bevor es an die Beantwortung dieser Fragestellung geht, sollten sich die Schüler\*innen mit dem Thema Mondphasen etwas intensiver beschäftigen:

- Was sind Mondphasen?
- Klärung der Fachbegriffe (siehe unten)
- Wie kommen die Mondphasen zustande?
- In welcher Reihenfolge sind sie zu sehen?

Der Mond wird von der Sonne angestrahlt. Daher besitzt er eine hell erleuchtete und eine dunkle Seite. Je nachdem, von wo aus ein Beobachter auf den Mond blickt, sieht er mal mehr und mal weniger seiner beleuchteten Seite: blickt er auf die hell erleuchtete Seite, so nennen wir den Anblick *Vollmond*. Sieht er auf die unbeleuchtete Seite, so nennen wir den Anblick *Neumond*. Sieht er nur gewisse Anteile der beleuchteten Seite so sprechen wir je nach Größe der hellen Fläche von einem *Halbmond* bzw. einen *Sichelmond*. Diese unterschiedlichen Erscheinungsbilder des Mondes nennen wir *Mondphasen*. Unsere Sicht auf den beleuchteten Mond ändert sich ständig, da der Mond um die Erde kreist. Dazu braucht er 27,3 Tage (siderischer Monat). Da sich Mond und Erde aber zeitgleich um die Sonne bewegen, benötigt der Mond ca. zwei Tage länger, um wieder seine Neumondstellung zu erreichen. Dieser „Monat“ dauert daher 29,5 Tage und alle Mondphasen wiederholen sich nach diesem Zeitraum. Um die Mondphasen zwischen den Extremen Neu- und Vollmond voneinander unterscheiden zu können, werden die Mondphasen zwischen Neu- und Vollmond mit dem Adjektiv „zunehmend“ ergänzt, diejenigen zwischen Vollmond und Neumond mit dem Adjektiv „abnehmend“, was auch dem intuitiven Erlebnis entspricht, dass die Mondsichel zunächst immer größer und anschließend wieder immer kleiner wird. Mit einem kleinen Trick lässt sich gut zwischen zwei Sichelmonden unterscheiden: lässt sich in die Sichel ein kleines Schreibschrift-a einzeichnen, dann sprechen wir von einem *abnehmenden Mond* (a wie abnehmend). Geht das nicht, bzw. gleicht die Mondsichel eher einem kleinen z in der vereinfachten Ausgangsschrift (z wie zunehmend), dann liegt ein *zunehmender Mond* vor.

Damit die Schüler\*innen den sicheren Umgang mit den Mondsicheln erlernen, können sie zum Beispiel die Mondsicheln im Dokument *Mondphasen.pdf* ausschneiden, mischen und dann wieder in die richtige Reihenfolge legen. Das ist beim ersten Mals gar nicht so einfach, denn auf keinem Bild steht vermerkt, wo oben und wo unten ist! Orientieren kann man sich daher nur an den dunklen Mondflächen (Mare) und Kratern: Sie sind auf fast allen Bildern sichtbar und immer an derselben Stelle, denn der Mond wendet der Erde immer die gleiche Seite zu!



Abbildung 3: Die Mondphasen innerhalb eines Mondphasenzyklus. Je nach Perspektive ist die der Erde zugewandte Mondseite mehr oder weniger beleuchtet (Bilder: NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio).

### Hausaufgabe zur 2. Stunde: Forschungsfrage „Mondphasen“

(Einzel- oder Gruppenarbeit zuhause)

Die Schüler\*innen sollen mit Hilfe von Stellarium die Forschungsfrage „Mondphasen“ beantworten: *Untersuche an den Beobachtungsstandorten München (Deutschland), Bondo (Kongo) und Kapstadt (Südafrika), ob die Mondphasen an beiden Standorten gleich aussehen.*

Was vermutest Du? Damit Du nicht an allen 29 Tagen die Mondphasen vergleichen musst, wähle beim Standort München stellvertretend drei Termine aus: einen mit zunehmenden Mond, einen mit Vollmond und einen mit abnehmenden Mond. Wähle als Uhrzeit den Zeitpunkt, bei dem der Mond in München jeweils im Süden steht. Überprüfe jeweils, wie die Mondphasen in den beiden anderen Städten aussehen. Dokumentiere Deine Beobachtungen. Was fällt Dir auf?

*Tipp:* Um die Mondphasen zu sehen, musst Du den Mond auswählen und heranzoomen (siehe oben).

### Lösung der Hausaufgabe:

Die Schüler\*innen wählen in Stellarium den Beobachtungsstandort München aus und suchen den Mond. Durch Auswählen des Mondes und Heranzoomen können Sie die aktuelle Mondphase sehen. Nun wählen sie innerhalb dieses Mondzyklus drei Termine aus, zu denen sie die beiden anderen Beobachtungsstandorte besuchen möchten (zunehmender Mond, Vollmond, abnehmender Mond). Dazu können sie einfach die Tage beim Datum solange nach oben oder unten verändern, bis die gewünschte Mondphasen jeweils erscheinen. Dieses Datum wird notiert. Als Uhrzeit wählen sie jeweils den Zeitpunkt, an dem in München der Mond jeweils im Süden steht. Zu dem Zeitpunkt steht er am höchsten im Himmel und die Bilder lassen sich besser vergleichen. Nicht wundern, wenn die Uhrzeit beim Wechsel in andere Länder springt: es wird dort die jeweilige Ortszeit (Zonenzeit) angezeigt!

Die folgenden Bilder zeigen, was die Schüler\*innen im Fall der zunehmenden Mondsichel herausfinden können. Die abnehmende Mondsichel verhält sich entsprechend. Links ist jeweils die Ansicht auf den Mond bei seiner Kulmination (höchster Punkt seiner Bahn über dem Horizont) zu sehen, rechts der herangezoomte Mond. Die Standortangabe steht jeweils unten links. Die Bilder wurden mit Alt+Druck kopiert. Mit Ctrl+S lässt sich die Bildschirmseite auch als Datei speichern.



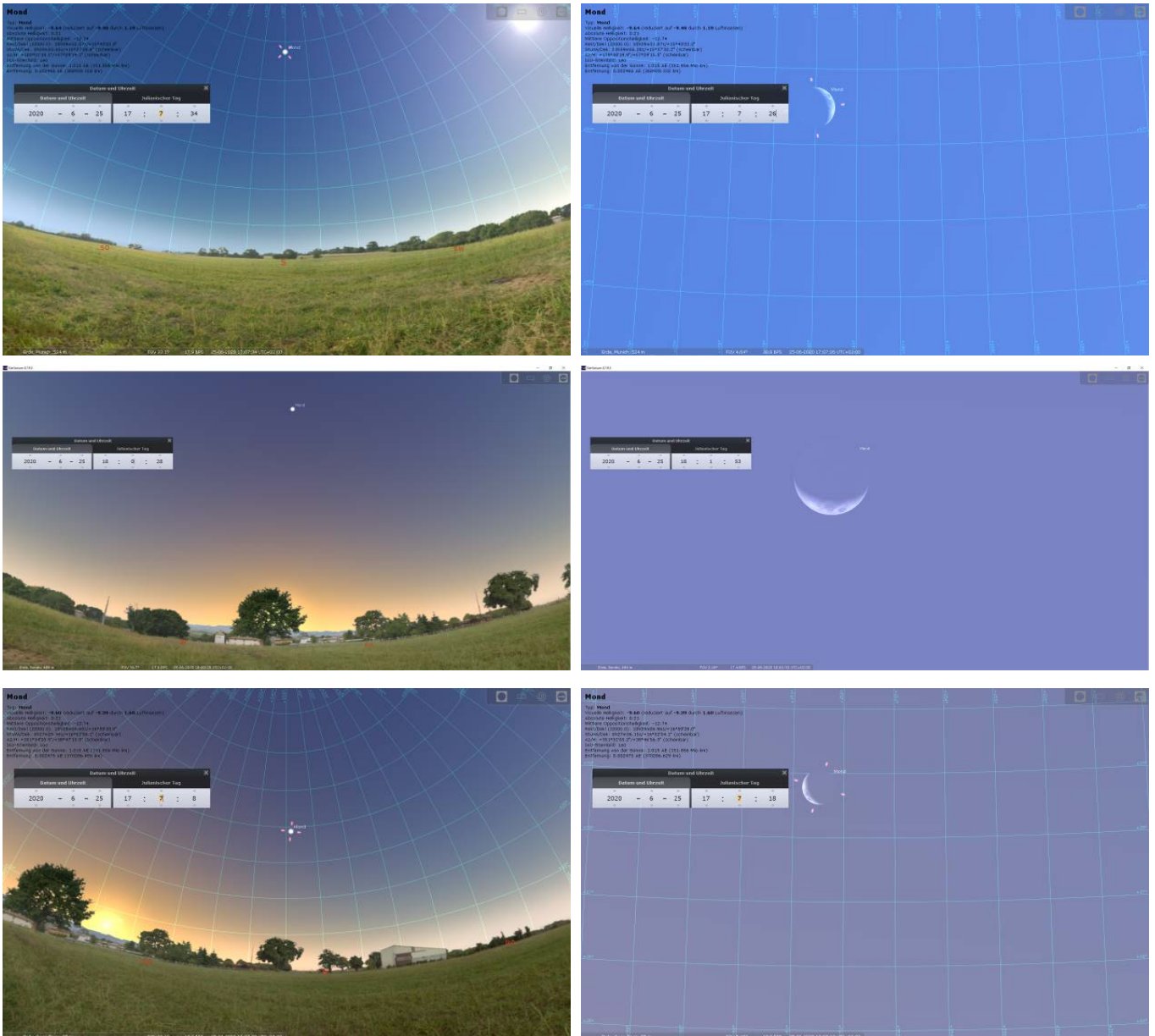


Abbildung 4: Die zunehmende Mondsichel am 25.6.2020 in München (Munich, Germany, 48°N, 11°O), Bongo (Bongo, Congo (Dem. Rep.), 3°N, 23°O) und in Kapstadt (Cape Town, South Africa, 33°S, 18°O). Die sichtbare Sichel dreht sich im Uhrzeigersinn derart, dass ein Urlauber aus München in Kapstadt den Eindruck hat, dass die Mondsichel „falsch herum“ am Himmel steht. Wie bei dem Tagbogen der Sonne so erreicht auch der Mond seinen Höchststand (Kulmination) auf der Nordhalbkugel der Erde im Süden und auf der Südhalbkugel der Erde im Norden. Der Mond steht in Kapstadt deshalb nicht mehr genau im Norden, da Kapstadt und München nicht genau auf einem Längengrad liegen: die 7 Grad Längenunterschied lassen sich auf dem eingeblendeten Gradnetz gut ablesen. (alle Bilder: N. Fischer / HdA, mit stellarium.org).

Betrachten wir nun den Vollmond auf der Nordhalbkugel, dem Äquator und der Südhalbkugel der Erde, so ergibt sich ein ähnliches Bild.

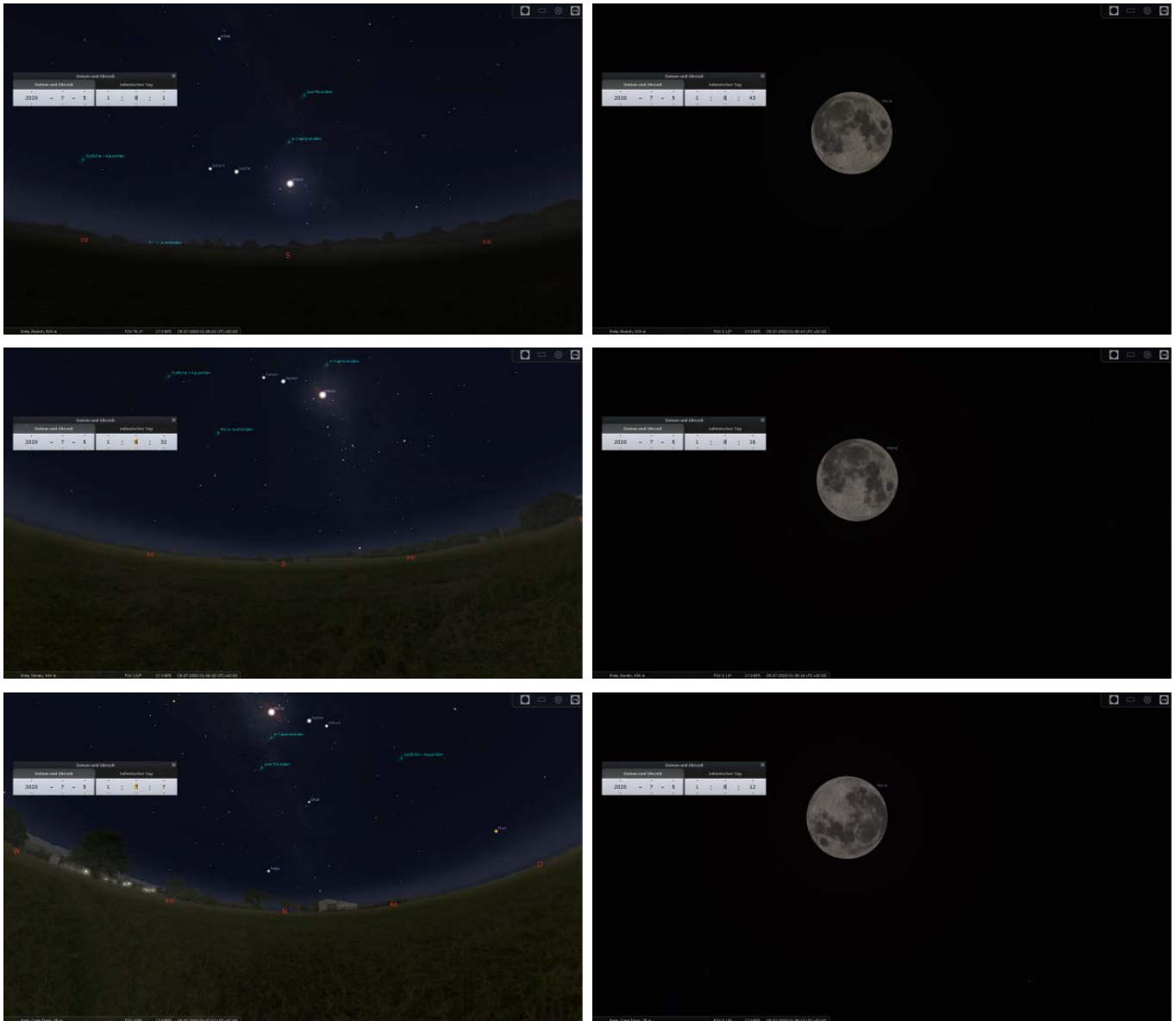


Abbildung 5: Der Vollmond am 5.7.2020 in München (Munich, Germany, 48°N, 11°O), Bongo (Bongo, Congo (Dem. Rep.), 3°N, 23°O) und in Kapstadt (Cape Town, South Africa, 33°S, 18°O). Auch hier ist die Drehung des Mondes im Uhrzeigersinn gut zu sehen. Vergleicht man nur die Bilder aus Deutschland mit denen aus Südafrika, so erscheint der Mond in Südafrika quasi auf dem Kopf zu stehen. (alle Bilder: N. Fischer / HdA, mit stellarium.org).

### Mögliche Ergänzungen zu den Hausaufgaben:

- Die meisten Menschen reagieren sehr überrascht, dass sich der Mond von der Südhalbkugel der Erde aus betrachtet auf dem Kopf präsentiert. Lassen Sie ihre Schüler\*innen dazu eine Umfrage in ihrem Bekanntenkreis machen und der Klasse vorstellen. Die Frage könnte zum Beispiel lauten: „Sehen die Mondphasen in Südafrika anders aus als bei uns in Deutschland?“.

### 3. Stunde: Besprechung der Hausaufgabe und Abschluss

(Video-Konferenz oder Präsenzunterricht im Klassenzimmer)

#### Besprechung der Hausaufgabe:

Im ersten Teil dieser Unterrichtseinheit werden die Hausaufgaben besprochen. Hier bietet es sich wieder an, die verschiedenen Lösungsschritte am Bildschirm nochmals nachzuverfolgen, ähnlich wie bei der Präsentation der ersten Hausaufgabe.

Das Phänomen, dass sich der Mond in Südafrika auf dem Kopf zeigt, fällt noch extremer auf, wenn wir uns **Sternbilder** ansehen. Dazu kann die Lehrer\*in nochmals mit geteiltem Bildschirm Stellarium öffnen und mit Hilfe des Datum- und Uhrzeitfensters einen Blick auf einen Nachthimmel werfen: zum Beispiel München, 8. 2. 2020 um 20.30 Uhr. Beim Blick in die Südrichtung fällt das für diese Jahreszeit typische Sternbild Orion auf. Sich dieses Sternbild auszusuchen hat den Vorteil, dass es nicht nur auf der Nordhalbkugel leicht zu finden ist, sondern auch auf der Südhalbkugel. Zur besseren Identifizierung des Sternbildes projizieren wir uns noch die Sternbildlinien (Taste „c“ drücken) und die Sternbildnamen (Taste „v“ drücken) auf unseren Monitor. Jetzt geht es per Standortwechsel wieder nach Kapstadt (Südafrika). Ein Blick nach Norden (!) zeigt uns, dass das Sternbild Orion tatsächlich auf dem Kopf steht!



Abbildung 6: Der Anblick des Sternenhimmels am 8.2.2020 in München (Munich, Germany, 48°N, 11°O) und in Kapstadt (Cape Town, South Africa, 33°S, 18°O). Das Sternbild des Himmelsjägers Orion mit seinem Roten Riesen Beteigeuze (jeweils rechts neben der Datum- und Uhrzeitanzeige) scheint auf dem Kopf zu stehen. (alle Bilder: N. Fischer / HdA, mit stellarium.org).

### Warum ist das so?

Dass es tatsächlich wieder nur eine Frage der Perspektive ist, können wir in der folgenden Aktivität sehen, die sich leicht auch per Video übertragen lässt.

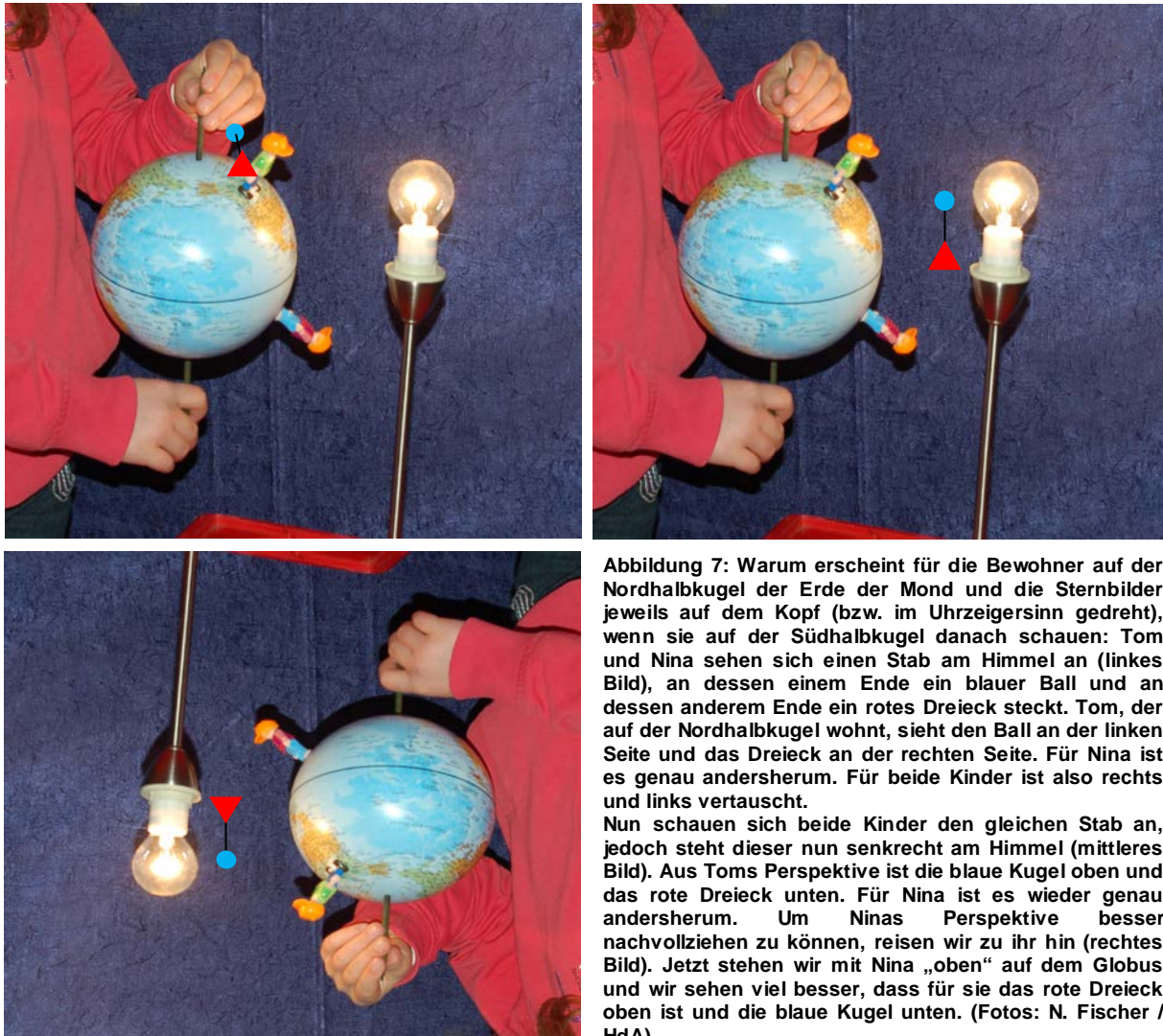


Abbildung 7: Warum erscheint für die Bewohner auf der Nordhalbkugel der Erde der Mond und die Sternbilder jeweils auf dem Kopf (bzw. im Uhrzeigersinn gedreht), wenn sie auf der Südhalbkugel danach schauen: Tom und Nina sehen sich einen Stab am Himmel an (linkes Bild), an dessen einem Ende ein blauer Ball und an dessen anderem Ende ein rotes Dreieck steckt. Tom, der auf der Nordhalbkugel wohnt, sieht den Ball an der linken Seite und das Dreieck an der rechten Seite. Für Nina ist es genau andersherum. Für beide Kinder ist also rechts und links vertauscht. Nun schauen sich beide Kinder den gleichen Stab an, jedoch steht dieser nun senkrecht am Himmel (mittleres Bild). Aus Toms Perspektive ist die blaue Kugel oben und das rote Dreieck unten. Für Nina ist es wieder genau andersherum. Um Ninas Perspektive besser nachvollziehen zu können, reisen wir zu ihr hin (rechtes Bild). Jetzt stehen wir mit Nina „oben“ auf dem Globus und wir sehen viel besser, dass für sie das rote Dreieck oben ist und die blaue Kugel unten. (Fotos: N. Fischer / HdA).

Um den Schüler\*innen diese Erfahrung selbst zu ermöglichen, laden wir sie ein, zuhause oder in der Schule ein kleines Experiment zu machen: sie sollen eine Figur auf ein Blatt Papier malen und es an die Decke kleben. Wenn sie es nun mal aus der einen und dann aus der gegenüberliegenden Perspektive betrachten, werden sie genau die gleichen Erfahrungen machen, wie Tom und Nina.

Das Astronomieprogramm Stellarium eignet sich auch hervorragend dazu, sich mit den Sternbildern oder der Sichtbarkeit von Planeten zu beschäftigen. Als App auf dem Handy kann es ein toller Begleiter für so manchen Abendspaziergang sein. Auf diese Weise kann es sogar noch über diese Unterrichtseinheit hinaus genutzt werden.

### Anhang

- Datei ‚Anleitung\_Stellarium.pdf‘
- Datei ‚Mondphasen.pdf‘