

2 Der Flaschenglobus - ein Freihand-Planetarium für jedermann

Erfahrungen in der Arbeit mit dem Flaschenglobus belegen, dass die Grundlagen der sphärischen Astronomie für Schüler durchaus kurzweilig und gut vorstellbar vermittelt werden können. Die Einfachheit des Modells ermöglicht eine zielgerichtete Nutzung und eine Nahbarkeit, die zur Nachahmung anregt. Die Dreidimensionalität des Flaschenglobus ist von besonderer Wichtigkeit. Sie bietet in der Abstraktionskette hin zu ebenen Darstellungen der Himmelskugel eine wichtige Vorstellungsgrundlage. Im folgenden werden verschiedene Möglichkeiten zur Anwendung des Flaschenglobus vorgestellt.

Der Flaschenglobus ist ein einfaches und bewährtes Hilfsmittel zur Einführung grundlegender Begriffe und Zusammenhänge, die notwendig sind für die Beschreibung des Sternenhimmels und seiner Bewegung für Beobachter bei beliebigen geografischen Breiten. Gebräuchlich sind auch die Bezeichnungen Wasserglobus oder Kugelflaschen-Koordinatensystem ([2], [4]). Der Flaschenglobus ermöglicht einen anschaulichen, handlungsorientierten und den Schüler ansprechenden Zugang zu einer Thematik, welche auf räumliches Vorstellungsvermögen und belebende Elemente stark angewiesen ist. In der Abfolge möglicher Modelle (Modellierungskette) steht der Flaschenglobus vor der viel abstrakteren Armillarsphäre bzw. vor bildlichen Darstellungen der scheinbaren Himmelskugel wie z. B. bei der drehbaren Sternkarte. Die für die Arbeit mit einem Flaschenglobus notwendigen Hilfsmitteln sind in Abb. 1 dargestellt.

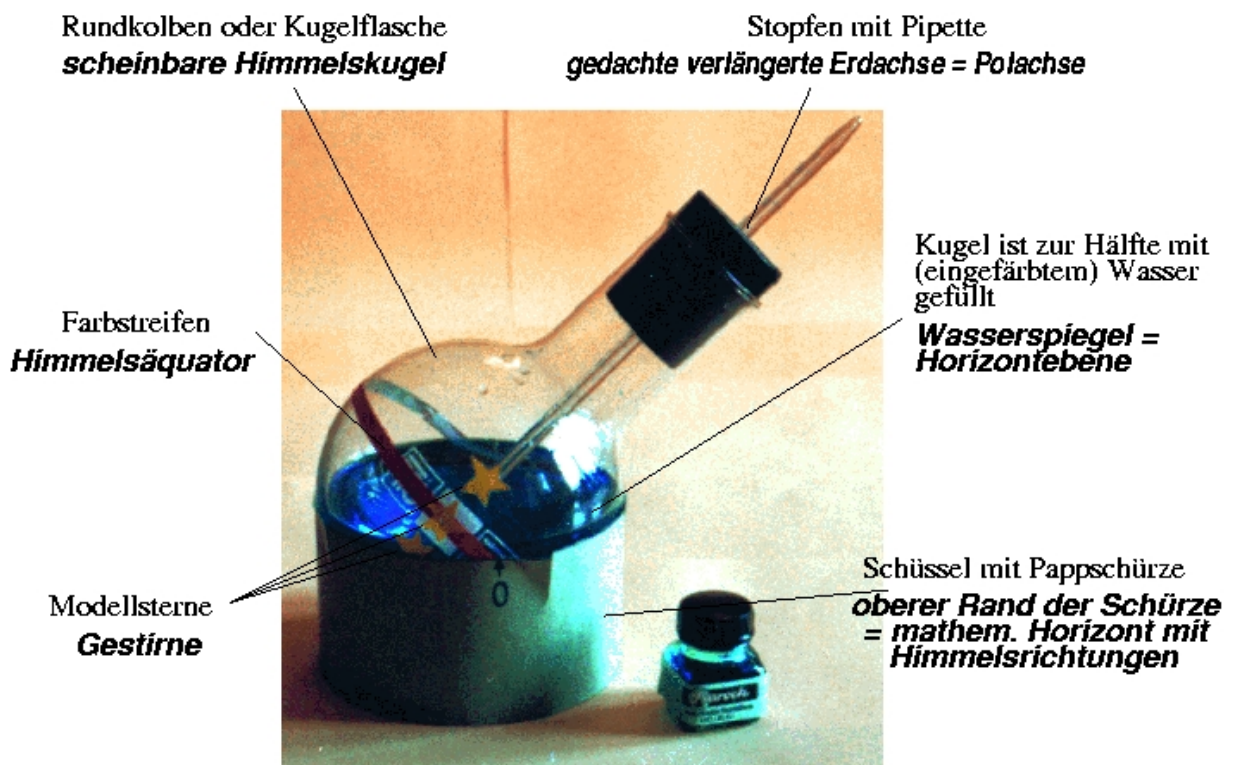


Abbildung 1: Flaschenglobus und seine Bestandteile.

Die Arbeit mit dem Flaschenglobus kann die folgenden Aspekte betreffen:

- Präsentation eines Modells für die scheinbare Himmelskugel,
- Veranschaulichung gedachter Punkte, Linien und Winkel an der scheinbaren Himmelskugel,
- Simulation der scheinbaren täglichen Bewegung der Gestirne,
- Darstellung der Lage des Himmelspols und der täglichen Himmelsbewegung für Beobachter bei verschiedenen geografischen Breiten,
- Demonstration von Tag, Nacht und Dämmerung für verschiedene geografische Orte,
- Demonstration der Lage der horizontnahen Mondsichel bei verschiedenen geografischen Breiten und zu verschiedenen Zeiten im Jahr.

2.1 „Architektur“ des Sternenhimmels

Der Flaschenglobus erlaubt dem Schüler einen nahbaren und handlungsorientierten Zugang zu den Grundlagen der sphärischen Astronomie. Im Prinzip stellt er ein fassliches Modell zur abstrakten Modellvorstellung der scheinbaren Himmelskugel mit ihrem unendlich großen Radius dar. So, wie die Sterne an die scheinbare Himmelskugel projiziert erscheinen, so werden sie im Modell auf der Glaskugeloberfläche angedeutet (siehe Abb. 1). Anstatt einzelner Sterne könnten auch markante Sternbilder aufgebracht werden, um in der weiteren Arbeit mit dem Flaschenglobus die Lage der Sternbilder bezüglich des Horizonts für verschiedene Tageszeiten und Beobachterpositionen auf der Erde zu studieren (Bildfelddrehung).

Die im Zentrum der scheinbaren Himmelskugel befindliche Erde muss sich der Schüler im Modell vorstellen können. Ein in den Flaschenglobus eingesetzter Tischtennisball (der später wieder zu entfernen ist) kann die Vorstellungsbildung befördern. Die rotierende Erde „vererbt“ der Himmelskugel „architektonische“ Merkmale. Die Erdachse verlängert sich zur Polachse, welche die Himmelspole markiert. Fürs erste sollte die Polachse entsprechend der Beobachtersituation vor Ort eingestellt werden. Im Modell wird die Polachse durch einen Stab, der durch den Gummistopfen geführt wird, dargestellt. Genauso wie die Achse überträgt sich auch der Äquator an den Himmel, wobei der Himmelsäquator im Modell z. B. mit einem Folienstift auf dem Glaskolben markiert wird. Nach Festlegung eines Nullpunktes auf dem Himmelsäquator kann jeder Punkt der scheinbaren Himmelskugel eine mathematische Adresse in Form der Koordinaten Rektaszension und Deklination erhalten.

Gleichzeitig mit dem soeben eingeführten Äquatorsystem gestattet der Flaschenglobus in eindrucklicher Weise die Darstellung des Horizontsystems. Der Wasserspiegel im Globus erlaubt die Nachbildung des mathematischen Horizonts. Der natürliche Horizont könnte mittels einer um den Rundkolben geschlungenen Pappschürze dargestellt werden (siehe Abb. 1). Spätestens an dieser Stelle sollte der gedankliche Schritt ins Zentrum des Flaschenglobus erfolgen. Anstatt der Erde wird nur noch der Beobachter auf der Horizontebene betrachtet. Eventuell sollte man ebenfalls gedanklich den Horizont von der topozentrischen in die geozentrische Lage verschieben (siehe dazu Abb. 3). Die Horizontebene kann mit den Himmelsrichtungen versehen werden, wobei die Nordrichtung mit Hilfe des Himmelsnordpols (als himmlischer „Widerspiegelung“ des irdischen Nordpols) gefunden wird. Im weiteren gilt es, Zenit, Nadir und Meridian am Flaschenglobus und gleichzeitig am realen Standort zu zeigen. Ebenso können die Winkel des Horizontsystems (Azimut, Höhe, Zenitdistanz) beispielhaft für einen Modellstern gezeigt werden.

Im Gegensatz zum Himmelsglobus (siehe Kap. 1 und 3) ist der Flaschenglobus dazu geeignet, den Perspektivwechsel vom Außenblick zum Innenblick vorzunehmen. Der Schüler kann in die Lage versetzt werden, den Himmel aus Beobachtersicht im Modell wieder zu finden. Dafür kann der Flaschenglobus lange nicht so ausgiebig mit Sterndarstellungen und Koordinatenlinien belegt werden, wie es beim Himmelsglobus der Fall ist. Zudem lässt sich mit dem Flaschenglobus die Beziehung zwischen der gesamten Himmelskugel und dem beobachtbaren Halbkugelausschnitt auf einfache Weise demonstrieren. Vergleichend sei noch die im folgenden Kapitel 3 dargestellte drehbare Sternkarte genannt. Als ebenes Modell des Himmels setzt sie räumliche Vorstellungen voraus, die mit den dreidimensionalen Globusmodellen gewonnen wurden. Sie ermöglicht aber ein deutliches Mehr an konkreter Information für die Beobachtung.

Der Flaschenglobus ermöglicht bereits als Demonstrationsmodell einen lebendigen Astronomieunterricht. Noch effektvoller gestaltet sich der Unterricht, wenn Schüler den Flaschenglobus mit seinen Elementen als „Architekten des Sternenhimmels“ selbst aufbauen (siehe Abb. 2).

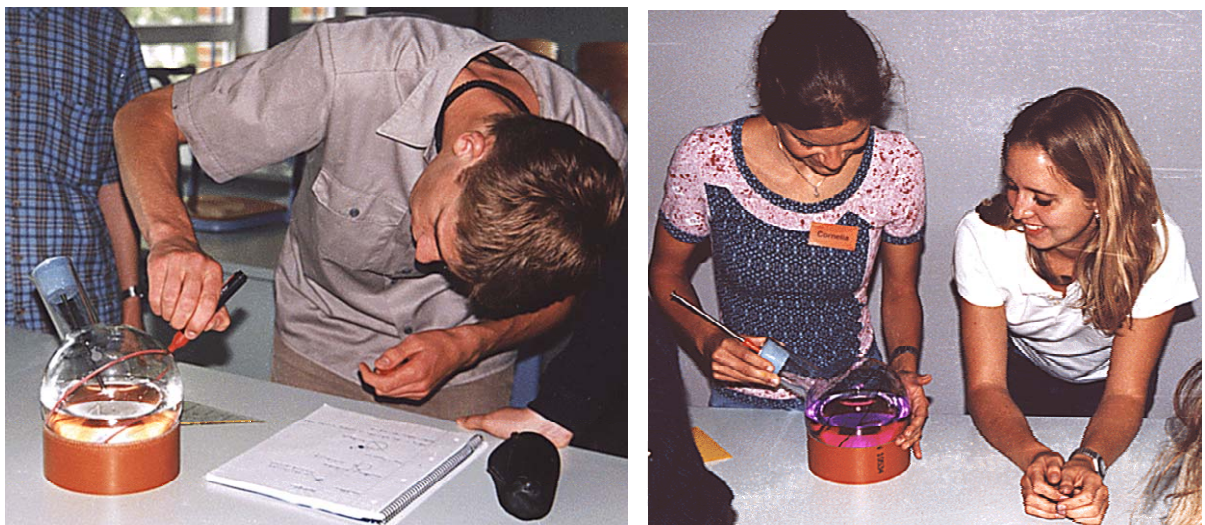


Abbildung 2: Teilnehmer des Astronomiekurses der Schülerakademie Rostock 2002 bei der Arbeit mit dem Flaschenglobus.

2.2 Himmelsbewegung selbst gemacht

Durch Drehen des Rundkolbens um die angedeutete Polachse wird die scheinbare Bewegung des Sternenhimmels simuliert. Die Besonderheit des Himmelspols als stabiler Position über dem Horizont wird im Modell gut erkennbar. Hinsichtlich der Drehung muss ihr scheinbarer Charakter herausgestellt werden.

Die Bahnen von Objekten verschiedener Deklination können verfolgt werden. Insbesondere kann der tägliche Lauf der Sonne demonstriert werden, und der Begriff 'Tagbogen' als das über den Horizont ragende Bahnstück bekommt ein Gesicht.

Bestimmte Bahnpunkte der Gestirne (Auf- und Untergang, Kulmination, Meridiandurchgang) gilt es zu zeigen. Es wird ersichtlich, dass die Gestirne nicht nur am Ostpunkt, sondern am gesamten Osthorizont, der von Nord bis Süd reicht, aufgehen und entsprechend am gesamten Westhorizont (von Süd bis Nord) wieder untergehen (gilt für Nordhalbkugel). Auch die Auf- und Untergangspunkte der Sonne variieren im Laufe eines Jahres entsprechend der Deklination der Sonne. Die Winkelabstände der Auf- bzw. Untergangspunkte vom Ost- bzw. Westpunkt werden als Morgen- bzw. Abendweite bezeichnet. Am Tag mit der größten Morgen- und Abendweite in nördlicher Richtung hat die Sonne ihren längsten Tagbogen, sind Morgen- und Abendweite in südlicher Richtung am größten, so ist das über den Horizont ragende Bahnstück am kürzesten.

Die für die Südhalbkugel der Erde verdrehte Beobachtersituation (Aufgang der Gestirne im Westen, Kulmination im Norden und Untergang im Osten) kann anschaulich klar gemacht werden, wenn die durch das Wasser im Flaschenglobus ausgefüllte Halbkugel als „hängende“ Horizontalkugel betrachtet wird, die der zuvor betrachteten Horizontalkugel über der Wasseroberfläche gegenüber steht.

Beim Drehen des Flaschenglobus wird auch deutlich, dass nicht alle Gestirne auf- oder untergehen. Drei Gruppen von Gestirnen können unterschieden werden: solche, die auf- und untergehen, solche, die niemals unter den Horizont gehen (Zirkumpolarobjekte) und solche, die niemals über den Horizont kommen.

Abschließend könnte der Stundenwinkel, eine Koordinate des mit der Erde verbundenen Äquatorsystems, am Modell demonstriert werden. Der Stundenwinkel ist von grundlegender Bedeutung für die mit der Erdrotation verknüpfte astronomische Zeitdefinition.

2.3 Sternenhimmel für jeden Ort auf der Erde

Während die Betrachtungen mit dem Flaschenglobus bisher für eine festgelegte Polhöhe (die des Schulstandortes) erfolgten, soll der Sternenhimmel im folgenden für einen beliebigen irdischen Beobachtungsort eingestellt werden. Bevor es jedoch zur Einstellung einer anderen Polhöhe kommt, sollte die Beziehung zwischen Polhöhe h_{Pol} und geografischer Breite φ durch induktive Betrachtungen an einem Erdglobus mit aufgesetzter Horizontebene (siehe Abb. 3) erfolgen. Auf dem Pol stehend stößt die gedachte Verlängerung der Erdachse lotrecht aus der Horizontebene: $h_{\text{Pol}}=90^\circ=\varphi$. Am Äquator liegt die Achse parallel zur Horizontebene: $h_{\text{Pol}}=0^\circ=\varphi$. Bei einer beliebigen Position zeigt sie schräg aus der Horizontebene kommend den Himmelspol, wobei nun die Verallgemeinerung $h_{\text{Pol}}=\varphi$ nahe liegt (siehe Abb. 3).

Die zuvor eingeführte Zirkumpolarität kann nun erneut am Modell für verschiedene irdische Beobachtungsplätze untersucht werden. Es wird ersichtlich, dass der gesamte Sternenhimmel für Beobachter auf den Polen zirkumpolar ist. Für den Beobachter auf dem Äquator dagegen gehen alle Sterne auf und unter. Dafür kann er im Laufe eines Jahres Sterne der gesamten Himmelskugel erblicken. Für einen beliebigen Beobachter (bei nördlichen Breiten) ergibt sich, dass Sterne mit einer Deklination $\delta > (90^\circ - \varphi)$ zirkumpolar sind und der Sternhimmel bis zu $\delta = -(90^\circ - \varphi)$ im Laufe eines Jahres sichtbar wird (siehe Abb. 3).

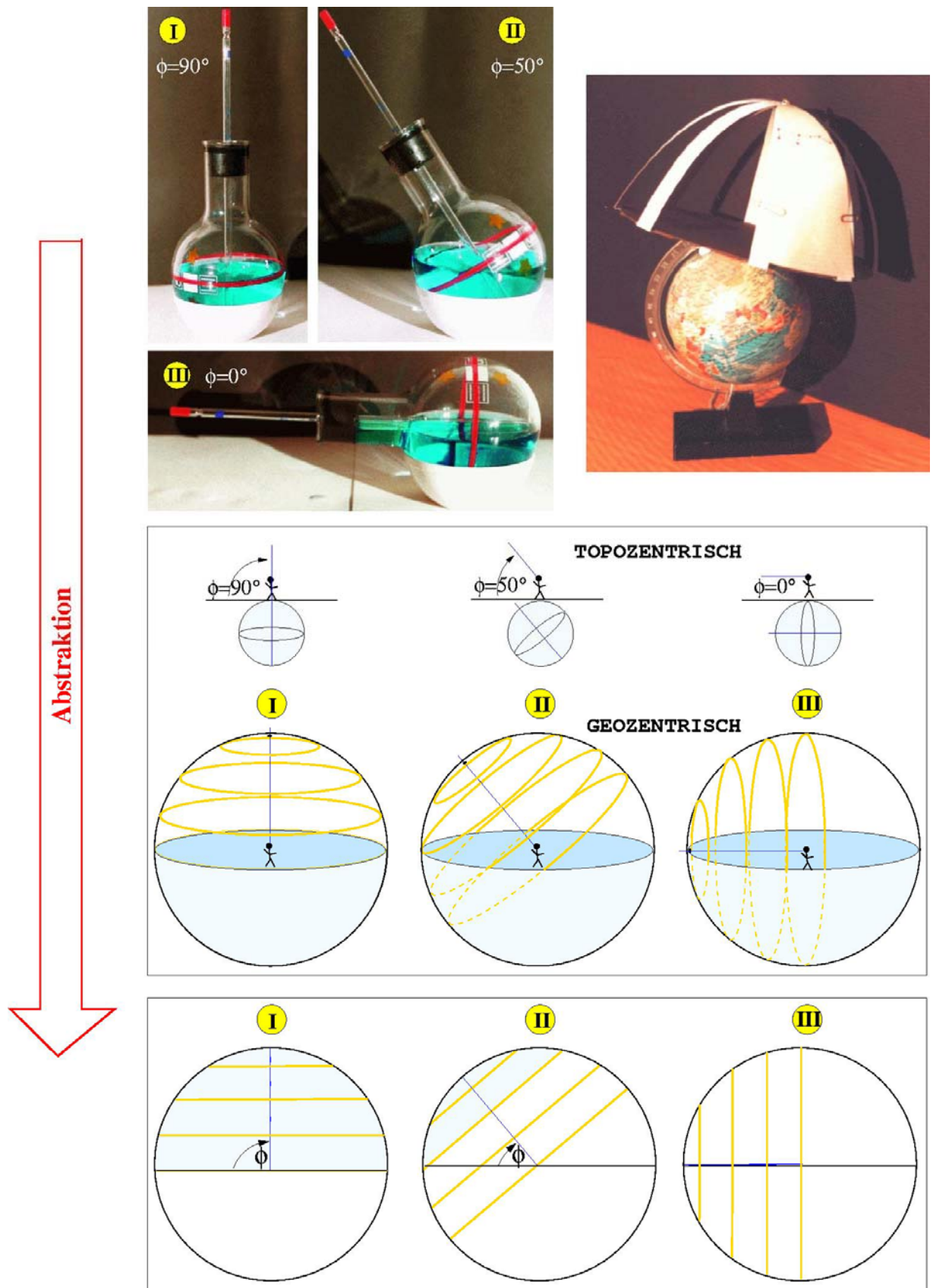


Abbildung 3: Oben: „Einstellungen“ des Flaschenglobus für verschiedene geografische Breiten (links: $\phi=90^\circ$, rechts: ϕ ca. 50° , unten: $\phi=0^\circ$). Anhand eines Erdglobus mit aufgesetzter Horizontebene kann für ausgewählte Positionen geschlussfolgert werden, welche Höhe des Himmelspols bei der entsprechenden Beobachterposition zu erwarten ist. Mitte: Eine in der Abstraktionskette auf den Flaschenglobus möglich folgende bildhafte Modellierung (perspektivische Darstellung) der scheinbaren Himmelskugel mit den scheinbaren täglichen Bahnen der Gestirne für Beobachter bei den verschiedenen geografischen Breiten. Die scheinbare Himmelskugel erhält sozusagen durch die in ihrem Zentrum rotierende Erde ihr „Ordnungsgerüst“. Unten: Meridionalschnitt durch die zuvor gezeigte scheinbare Himmelskugel. Die zirkumpolaren Himmelsregionen erscheinen schattiert. Die ebenen Bilder der Himmelskugel erlangen nach der Arbeit mit dem Flaschenglobus eine andere Wertigkeit.

2.4 Sonnenlauf - Tag, Nacht und Dämmerung

Im Zusammenhang mit der Deklinations- und Breitenabhängigkeit eines Sternhimmelsobjektes kann auch die mögliche Zirkumpolarität der Sonne ins Augenmerk rücken. Die aus dem Geografieunterricht bekannten Begriffe 'Polartag' und 'Polarnacht' können mit Hilfe des Flaschenglobus wiederholt und anschaulich untermauert werden.

Der Begriff der Dämmerung lässt sich mit Unterstützung des Modells gut einführen (zur Veranschaulichung der Dämmerungszonen beim Erdglobus siehe Kap. 15, Abb. 1). Von besonderem Interesse ist dabei die Fragestellung, wie Beobachter bei verschiedenen geografischen Breiten die Dämmerung erleben (Tempo der Helligkeitsänderung bzw. Dämmerungsdauer, Anknüpfung an Reiseerlebnisse). An die qualitative Modellierung der Dämmerung mit dem Flaschenglobus kann sich die quantitative mathematische Modellierung des Zusammenhangs zwischen geografischer Breite, Gestirnsposition und dem Tempo der Dämmerung zugleich auch als mögliche Differentiationsübung anschließen. Die Grundlage dafür bilden Transformationsbeziehungen zwischen Horizont- und Äquatorkoordinaten (siehe dazu auch [1] bzw. Kap. 3):

$$\text{I.} \quad \cos a \cdot \cos h = \sin \varphi \cdot \cos \tau \cdot \cos \delta - \cos \varphi \cdot \sin \delta,$$

$$\text{II.} \quad \sin a \cdot \cos h = \sin \tau \cdot \cos \delta,$$

$$\text{III.} \quad \sin h = \cos \varphi \cdot \cos \tau \cdot \cos \delta + \sin \varphi \cdot \sin \delta.$$

Die Dämmerung entsteht infolge der Lichtstreuung in der Atmosphäre, wenn die Sonne unter den Horizont läuft. Die Dämmerungsgeschwindigkeit resultiert aus der zeitlichen Änderung der Sonnenhöhe dh/dt . Man gelangt zu dh/dt , indem man Gleichung III nach t ableitet (beide Seiten nach t ableiten bzw. implizites Differenzieren, Kettenregel anwenden für $h=h(t)$ und $\tau=\tau(t)$, φ und δ sind konstant):

$$\cos h \cdot \frac{dh}{dt} = -\cos \varphi \cdot \sin a \cdot \sin \tau \cdot \frac{d\tau}{dt}.$$

Die zeitliche Änderung des Stundenwinkels $d\tau/dt$ ist konstant und ergibt sich aus der Geschwindigkeit der Erdrotation: $d\tau/dt=360^\circ/24\text{h}=15''/\text{s}$. Mit Hilfe von Gleichung II wird dann eine Vereinfachung der Formel möglich, so dass man schließlich erhält:

$$\frac{dh}{dt} = -\cos \varphi \cdot \sin a \cdot 15''/\text{s}.$$

Die Formel zeigt, dass die Dämmerungsgeschwindigkeit sowohl vom Breitengrad φ als auch vom Untergangs- oder Aufgangssazimut a der Sonne abhängt. Der Wert von dh/dt ist maximal, wenn die Sonne bei einem Untergangssazimut von $a_U=90^\circ$ oder einem Aufgangssazimut von $a_A=270^\circ$ (Äquinoktien) steht. Während ein Beobachter am Äquator ($\varphi=0^\circ$) die Dämmerung in den Äquinoktien mit $dh/dt=\pm 15''/\text{s}$ erlebt, dämmt es bei $\varphi=51^\circ$ (Mitte Deutschlands) mit $dh/dt=\pm 9,44''/\text{s}$ nur etwa halb so schnell. Insbesondere in Polnähe dämmt es sehr langsam ($\varphi=80^\circ: \pm 2,6''/\text{s}$, $\varphi=88^\circ: \pm 0,5''/\text{s}$). Für den Moment des Meridiandurchgangs ($a=0^\circ/180^\circ$) erhält man $dh/dt=0''/\text{s}$ (Kulmination).

Zur Bestimmung der jahreszeitlichen Abhängigkeit der Dämmerung für $\varphi=51^\circ$ wird der Untergangs- bzw. Aufgangssazimut der Sonne benötigt. Dieser kann mit Hilfe des Ausdrucks $\cos a = -\sin \delta / \cos \varphi$, der sich aus den Transformationsformeln I und III mit $h=0^\circ$ ergibt, ermittelt werden (I und III für $h=0^\circ$ aufschreiben, III nach $\cos \tau$ umstellen und dann in I einsetzen). Während es zu Herbst- und Frühlingsanfang ($\delta=0^\circ$, $a_U=90^\circ/a_A=270^\circ$) mit $dh/dt=\pm 9,44''/\text{s}$ dämmt, dauert die Dämmerung zu Sommer- und Winteranfang ($\delta=\pm 23,5^\circ$, $a_U \approx 130^\circ/a_A \approx 230^\circ$, $a_U \approx 50^\circ/a_A \approx 310^\circ$) mit $dh/dt=\pm 7,23''/\text{s}$ merklich länger.

Die Dämmerungsdauer kann auch einfach mit Hilfe von Transformationsformel III berechnet werden, indem man diese nach τ umstellt und anschließend die Stundenwinkeldifferenz $\Delta\tau$ ermittelt, die zwischen dem Dämmerungsbeginn und dem Dämmerungsende liegt. Die Dämmerungsdauer Δt erhält man aus der Stundenwinkeldifferenz wie folgt: $\Delta t = \Delta\tau \cdot 24\text{h}/360^\circ$. So z. B. dauert die bürgerliche Dämmerung ($h=0^\circ \dots -6^\circ$) für einen Beobachter bei $\varphi=51^\circ$ zu Sommeranfang ca. 53min ($\Delta\tau \approx 13,3^\circ$) und zu Herbstanfang ca. 38min ($\Delta\tau \approx 9,6^\circ$).

Der Flaschenglobus erlaubt die Veranschaulichung der verschiedenen angesprochenen Dämmerungssituationen. Die Dreidimensionalität des Modells hilft wesentlich bei der Interpretation der Ergebnisse. So wird z. B. anschaulich klar, warum bei einer gegebenen geografischen Breite die Dämmerungszeiten zu verschiedenen Jahreszeiten, d. h. bei verschiedenen Tagbogenlängen unterschiedlich sind. Bei der Modellierung eines Wissenschaftsgegenstandes sollte man also auch bei stärkerer Abstraktion (z. B. Rechnung) möglichst zur anschaulichen Ebene zurückkehren (Abstraktionskette = Abstraktionsspirale).

2.5 Die Mondsichel in Nordafrika

Mit etwas Übung kann man sich mit Hilfe des Flaschenglobus eine Vorstellung davon machen, welche Lage die Sichel des ab- oder zunehmenden Mondes bezüglich des Horizonts an Beobachtungsorten bei verschiedenen geografischen Breiten einnimmt. Insbesondere für Orte bei geringen geografischen Breiten unterscheidet sich der Anblick der auf- oder untergehenden Mondsichel deutlich von dem uns gewohnten Anblick (die „verdrehte“ Beobachtungssituation auf der Südhalbkugel wird hier nicht angesprochen). Dabei wird des Öfteren genannt, dass sowohl die Sichel des ab- als auch die des zunehmenden Mondes dem Horizont zugewendet erscheinen. In Deutschland dagegen sieht man den Halbmond in der Regel stehend, wobei die Sichelbäuche der ab- und zunehmende Phase aber nicht gleichgerichtet sind, sondern spiegelbildlich zueinander liegen (siehe Abb. 5). Diesen scheinbaren Widerspruch gilt es aufzuklären.

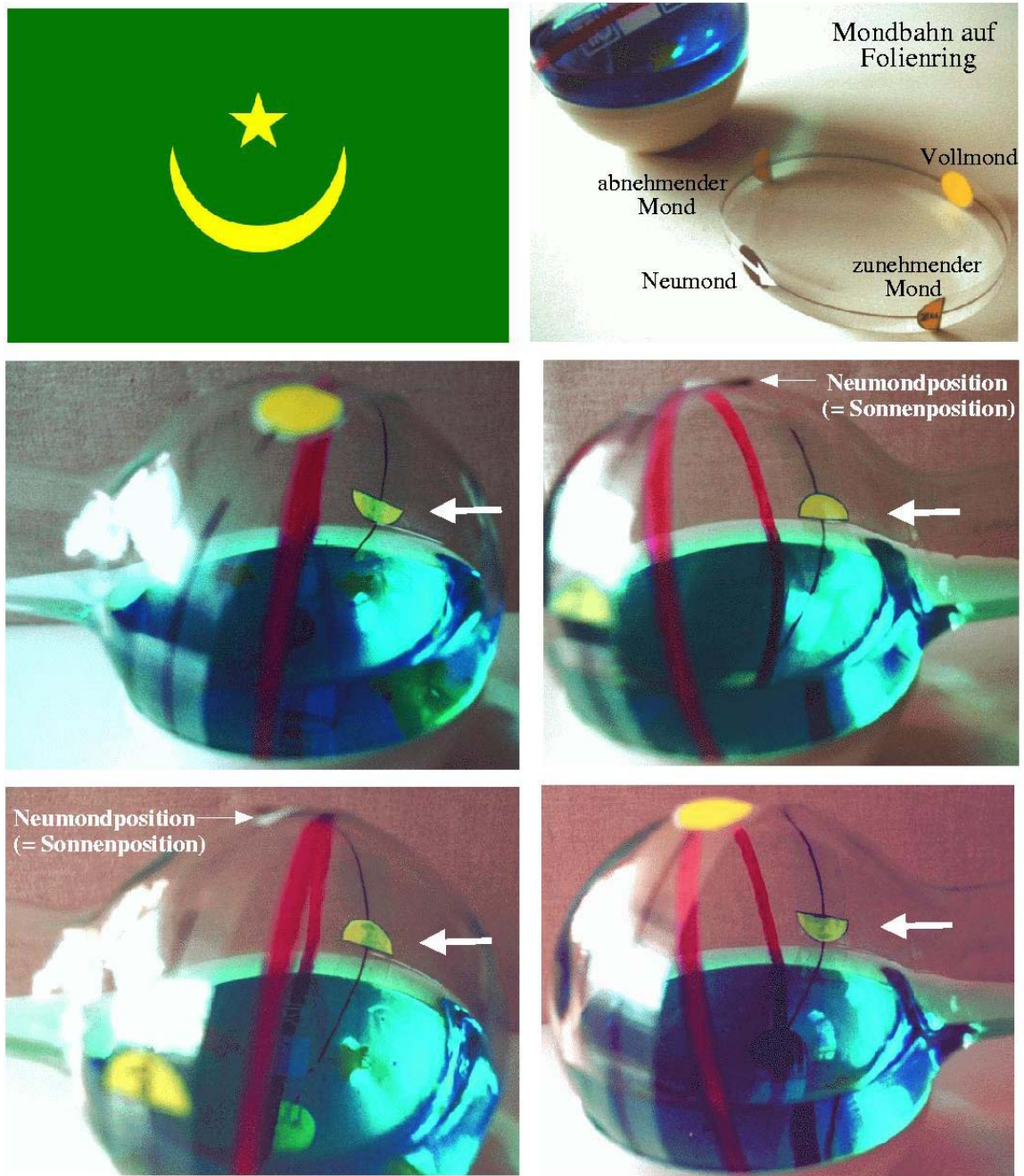


Abbildung 4: Oben links: Flagge der islamischen Republik Mauretanien. Mauretanien liegt in Westafrika zwischen 15 und 28° nördlicher Breite. Oben rechts: Folienring zur Einstellung beliebiger Mondphasen (siehe unten). Unten: Mondaufgänge und Monduntergänge bei einer geografischen Breite von etwa 10°. Der abnehmende Mond geht am morgendlichen Nachthimmel als liegende Sichel gut sichtbar auf (links oben), geht jedoch als Kopf stehende Sichel bei Tageslicht unter (rechts oben). Unten: Der zunehmende Mond geht bei Tageslicht auf (links unten) und ist am abendlichen Nachthimmel bei seinem Untergang als liegende Sichel gut sichtbar (rechts unten).

Der Flaschenglobus erlaubt es, die geschilderte Halbmondbeobachtung nachzustellen und den Trugschluss, dass die Sichel des ab- und des zunehmenden Mondes für Beobachter nahe dem Äquator beide nur liegend erscheinen, zu offenbaren. Dazu müssen die Schnittlinien (Großkreise) sowohl von der Erdbahnebene (Ekliptikebene) als auch von der Mondbahnebene mit der scheinbaren Himmelskugel auf dem Globus markiert werden. Vereinfachend kann man die Neigung der Mondbahnebene bezüglich der Erdbahnebene (ca. 5°) vernachlässigen, so dass nur die Ekliptik zu markieren bleibt. Es erweist sich als günstig, die Mondbahn samt einiger ausgewiesener Bahnpositionen (Neu-, Halb-, Vollmond) auf einen Foliering, der passend aber noch drehbar den Flaschenglobus umspannt, zu zeichnen (siehe Abb. 4). Der drehbare Ring erlaubt die Einstellung einer beliebigen Phasengestalt für jede Mondbahnposition. Die Zuordnung der Phasengestalten zu den Bahnpositionen erfolgt in Richtung der wahren Mondbewegung an der scheinbaren Himmelskugel (entgegen der scheinbaren Drehbewegung der Himmelskugel bzw. des Flaschenglobus). Die Sichelgestalten des Mondes stehen senkrecht auf der Ekliptik. Um zu wissen, wann der Mond am Nachthimmel und wann am Taghimmel erscheint, muss auch die Sonne an der scheinbaren Himmelskugel ihre Darstellung finden. Die Position der Sonne ist dabei in Richtung der Neumondposition zu suchen.

Durch Drehen des Flaschenglobus zeigt man nun die Szenarien des Auf- und Untergangs von Sonne und Mond für einen mittleren Breitengrad. Die nahe über dem Horizont stehende Mondsichel steht mehr oder weniger senkrecht auf diesem, je nachdem, unter welchem Winkel die Ekliptik den Horizont am Ort des Mondes schneidet. Der Bauch der Mondsichel wird nach links oder rechts zeigend wahrgenommen. Für einen äquatornahen Breitengrad (zwischen den Wendekreisen, z. B. Mauretanien) stellt man fest, dass es nun möglich ist, dass die Ekliptik den Horizont senkrecht schneidet, die Mondsichel also eher liegend erscheint. Den liegenden Halbmond findet man übrigens in der Flagge von Mauretanien (Abb. 4), was mit dem bevorzugt wahrgenommenen Himmelsanblick zusammenhängen könnte.

Wohin zeigt nun der Sichelbauch in Mauretanien und wie gut lassen sich die zuvor genannten Phasengestalten beobachten? Der Sichelbauch des abnehmenden Mondes zeigt beim Aufgang zum Horizont und beim Untergang von diesem weg. Umgekehrt zeigt der Sichelbauch des zunehmenden Mondes beim Aufgang vom Horizont weg und beim Untergang zum Horizont hin. Die an der Position des Neumondes zu findende Sonne verrät, dass die abnehmende Mondsichel nur beim Aufgang und die zunehmende Mondsichel nur beim Untergang vor dem Nachthimmel beobachtbar ist. Da die Nachthimmelsmondphasen viel auffälliger sind als die am Taghimmel beobachtbaren, entsteht der falsche Eindruck, dass der Halbmond stets auf der Sichelseite liegend den Horizont quert.

2.6 Die Mondsichel in Mitteleuropa

Auch in Mitteleuropa gibt es Zeiten, zu denen die Mondsichel stark geneigt erscheint. Grundsätzlich gilt, dass die Mondsichel dann so erscheint, wenn die Ekliptik steil aus dem Horizont ragt. Die Mondsichel kann in unseren Breiten mit starker Neigung beim Untergang nach der Sonne (zunehmend) im Frühjahr und beim Aufgang vor der Sonne (abnehmend) im Herbst beobachtet werden (siehe [3]). Im Herbst und im Frühling treffen die erforderlichen Bedingungen zusammen: steil aus dem Horizont ragende Ekliptik zum Zeitpunkt des auf- oder untergehenden Viertelmondes (siehe Abb. 5).

An dieser Stelle sollen einige Elementarisierungsschritte bei der Arbeit mit dem Flaschenglobus zur Demonstration der Lage der horizontnahen Mondsichel genannt werden. Zur Identifizierung von Ost- und Westhorizont wird die durch die Polachse gewiesene Nordrichtung herangezogen. Zudem wird auf die scheinbare Bewegung der Himmelskugel von Ost nach West hingewiesen. Der wahre Mondumlauf kann dann als entgegen der scheinbaren Himmelsdrehung in etwa entlang der Ekliptik dargestellt werden. Die Position der Sonne wird durch die Sichelausbauchung angezeigt. Wie schon zuvor erwähnt, findet man die Sonne bei der Neumondposition. Die Position der Sonne bzgl. des Himmelsäquators gibt Auskunft über die Jahreszeit. Steht die Sonne genau auf dem Himmelsäquator, so hilft die Kenntnis der Richtung der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne zu entscheiden, ob es sich um Frühlings- oder Herbstanfang handelt.

Quellen

- [1] Fischer, O.: Hilfsmittel zur Erschließung des Sternenhimmels, *Astronomie+Raumfahrt im Unterricht*, 40, 2003, Heft 3
- [2] Götz, R., Dahncke, H., Langensiepen, F. (Hrsg.): *Handbuch des Physik-Unterrichts, Sekundarbereich I*, Band 8, Atom- und Kernphysik. *Astronomie, Technikbezüge*, Aulis Verlag Deubner & Co KK, Köln, 1998, S. 250
- [3] Lindner, K.: *Astronomieunterricht rund um den Mond*, *Astronomie+Raumfahrt im Unterricht*, 35, 1998, Heft 3, S. 19-22
- [4] Mader, O. (Leiter Autorenkollektiv): *Astronomieunterricht, Methodisches Handbuch für den Lehrer, Volk und Wissen Volkseigener Verlag*, Berlin, 1963, S. 66

Westhorizont



Osthorizont

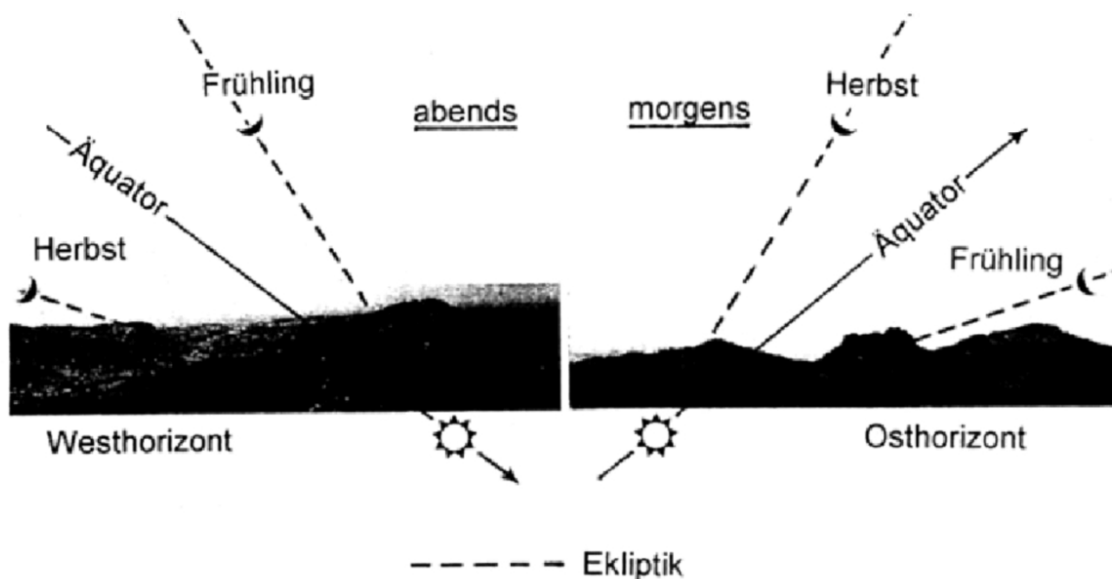
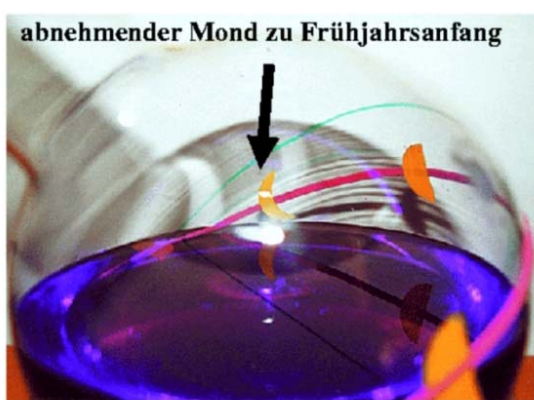


Abbildung 5: Demonstration der Lage der horizontnahen Mondsichel (Viertelmond) in Abhängigkeit von Jahres- und Tageszeit mit Hilfe des Flaschenglobusmodells. Die Mondbahn ist hier durch einen roten Gummiring dargestellt, unter den die Mondphasenbildchen aus Pappe geklemmt werden. Der Himmelsäquator ist durch eine blaue Linie markiert. Außer dem Viertelmond sind entlang der Mondbahn noch weitere Phasengestalten dargestellt. Das untere Bild zeigt eine Darstellung der horizontnahen Mondsichel in einem Druckmedium (aus [3]). Die Arbeit mit dem (räumlichen) Flaschenglobusmodell bahnt das Verständnis der bildlichen Modellierung an.