

Gefährliche Sonnenfinsternis Von Fehlvorstellungen über

Himmel und Erde und deren Ursachen

Hilde Köster/Udo Backhaus

Der Beitrag regt dazu an, sich mit verbreiteten Fehlvorstellungen im Hinblick auf astronomische Erscheinungen konstruktiv zu beschäftigen, um daraus einen Nutzen für das Lernen zu ziehen: Durch das Nachdenken über Fehlvorstellungen wird auch das Nachdenken über die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge angeregt.

Als sich am 20. März 2015 am helllichten Tag bei wunderbarem Frühlingwetter eine sehr gut sichtbare partielle Sonnenfinsternis über Deutschland ereignete, nutzten dies viele Lehrkräfte, um ihren Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit für die Beobachtung dieses besonderen Naturschauspiels zu ermöglichen. Eine Sonnenfinsternis eignet sich in hervorragender Weise als Ausgangspunkt, um über die Konstellation von Sonne, Erde und Mond nachzudenken. *Wagenschein* (1965, 14) hat mehrfach darauf aufmerksam gemacht, welche Bedeutung gerade solche Beobachtungen für das Verstehen haben können /1/.

Andere Lehrkräfte jedoch – und es waren offenbar nicht wenige, wenn man die Aufmerksamkeit der Medien auf dieses „Phänomen“ be-

denkt – verboten den Kindern, nach draußen zu gehen. Sie gingen sogar soweit, die Kinder in Klassenräume zu verbannen, deren Fenster mit Gardinen und Rollos zugezogen waren, um sie gegen die „schädlichen“ Sonnenstrahlen abzusichern. „Als sei ein Fliegerangriff zu befürchten, holten deutsche Erziehungsanstalten ihre Schutzbefohlenen ins Gebäude und verdunkelten die Fenster.“ (Reichert 2015 /2/; Abb. 1)

Dieses Verhalten war eine Folge der Warnungen, mit denen mehrere Ministerien, Schulbehörden und öffentliche Institutionen in Deutschland, Österreich und der Schweiz vor den Gefahren der Sonnenfinsternis warnten, während auf die großartige Chance für naturwissenschaftliche Bildung gar nicht oder nur am Rande hingewiesen wurde.

Berechtigte Warnungen, nicht ohne Sichtschutz in die Sonne zu schauen, ließ offenbar naturwissenschaftlich nicht ausgebildete Lehrkräfte annehmen, dass eine Sonnenfinsternis eine schädlichere Strahlung hervorruft, als es die unbedeckte Sonne tut – eine Fehlannahme, die dazu führte, dass die betroffenen Kinder ein seltenes Naturschauspiel verpassten und Bildungschancen vertan wurden.

Diese Ereignisse erinnern einmal mehr an die vielfältigen Fehlvorstellungen im Hinblick auf astronomische Erscheinungen, die sich offenbar sehr hartnäckig halten und weit verbreitet sind (vgl. Comins 2001) /3/. *Comins* beschreibt 1700 (!) solcher „Misconceptions“ zu astronomischen Themen /4/. Auch *Wagenschein* (2009, 6) wies auf verbreitete Fehlvorstellungen hin, wie z.B., dass die Mondphasen durch den Erdschatten hervorgerufen werden /5/. Der Mond gibt Anlass für einige Fehlannahmen, sodass sich sogar die NASA veranlasst sieht, allgemein verbreitete Fehlkonzepte zum Mond aufzuführen und kurz die fachlichen Zusammenhänge zu erläutern /6/.

Bekannt ist auch die Vorstellung, dass die Jahreszeiten durch eine größere bzw. geringere Entfernung der Erde von der Sonne entstehen. Viele dieser und ähnlicher Fehlvorstellungen kommen vermutlich durch Plausibilitäten zu-

© Screenshot: FOCUS Online; Foto: dpa/Kay Nietfeld

Geschlossene Rollos und schulfrei

Vorsicht oder Panikmache? Schulen verbieten Kindern die Sonnenfinsternis

Freitag, 20.03.2015, 07:00 - - von FOCUS-Online-Redakteurin Jennifer Litters



Die meisten Kinder finden eine Sonnenfinsternis spannend. Nur werden sie an vielen Schulen leider keine Gelegenheit haben, sie zu beobachten.

Heute lässt sich in Deutschland ein seltenes Naturereignis beobachten: eine Sonnenfinsternis. Doch ausgerechnet Kinder werden vielfach davon abgehalten, dem Spektakel beizuwohnen. FOCUS Online erklärt, warum Kitas und Schulen so vorsichtig sind.

- Viele Schulen wollen die Schüler während der Sonnenfinsternis nicht auf den Schulhof lassen.
- Lehrer und Erzieher fürchten, dass die Kinder Augenverletzungen davon tragen könnten.
- Naturwissenschaftler beklagen, dass so Chancen vergeben werden, Kinder für solche Phänomene zu begeistern.

Abb. 1 Medien berichten über Verbote in Schulen, die Sonnenfinsternis anzuschauen.

stande, die nicht weiter hinterfragt werden. Sie können aber auch durch einen Transfer von Alltagserfahrungen oder durch Medien entstehen, die im Unterricht eingesetzt werden. Sicher liegt es auch daran, dass die Beschäftigung mit astronomischen Phänomenen in der Regel zu kurz kommt. Zwar kann bei allen sehenden Menschen auf vielfältige Vorerfahrungen zu diesem Themenfeld zurückgegriffen werden, diese sind jedoch oft eher schlaglichtartig und werden im Alltag auch nur selten hinterfragt.

Der Mond

Kinder kommen in vielfältiger Weise mit dem Mond „in Berührung“: Er spielt in Bilderbüchern, Gute-Nacht-Liedern und Gedichten eine große Rolle, und sein Anblick und seine wechselnde Gestalt am Nachthimmel faszinieren sie ebenso wie seine „Eigenart“, bei einer Autofahrt stets am gleichen Ort zu bleiben, obwohl alles andere vorbei rauscht. Das Interesse am Mond ist aber auch bei Erwachsenen noch groß. Dies zeigt sich z. B. am großen Medienecho, wenn Finsternisse angekündigt werden. Allerdings wird bei diesen spektakulären Naturereignissen der Mond meist nur kurzzeitig und „isoliert“ betrachtet, ohne auf die äußeren Bedingungen wie Tageszeit und Stand der Sonne zu achten. Um etwas über die Mondphasen und die Mondbahn zu erfahren, reichen jedoch ein paar Stunden an Beobachtung nicht aus. So bleibt das Wissen über das Aussehen des Mondes und seine Bewegung oft äußerst lückenhaft, und Fehlvorstellungen aus der Kindheit halten sich hartnäckig.

Fehlvorstellung 1: Der Mond als „Leuchte der Nacht“.

„Willkommen, o silberner Mond, schöner, stiller Gefährt der Nacht.“ (F. G. Klopstock)

In Bildern, Liedern und Gedichten steht der Mond nachts am Himmel und erhellt die Dunkelheit. Schon in der Schöpfungsgeschichte heißt es: „Und Gott machte zwei große Lichter: ein großes Licht, das den Tag regiere, und ein kleines Licht, das die Nacht regiere, dazu auch die Sterne.“ Tatsächlich ist es so, dass der Mond besonders beeindruckend ist, wenn es dunkel ist (Abb. 2), aber in so mancher Nacht vermisst man ihn selbst bei wolkenlosem Himmel. Dafür kann man ihn häufig auch am Tage entdecken (Abb. 3).

Die Bedingungen für die Sichtbarkeit des Mondes ändern sich im Laufe jeden Monats: Abends und in der ersten Nachthälfte ist der



Foto: Udo Backhaus

zunehmende Mond zu sehen. Der abnehmende Mond geht erst später in der Nacht auf. Nur der Vollmond geht auf, wenn die Sonne untergeht.

Abb. 2
Mondsichel nach Einbruch der Nacht

Thematisierung im Unterricht: Die Kinder werden dazu angehalten, folgende Fragestellung über einen längeren Zeitraum zu untersuchen: „Stimmt das? Der Mond ist die ‚Leuchte der Nacht.‘“ Ihre Untersuchungen werden durch Beobachtungen des Mondes und Recherchen gestützt (vgl. Backhaus/Struzyna 2011 a).

Fehlvorstellung 2: Die „hohle“ Mondsichel

Nicht nur Kinder, sondern offenbar auch Zeichner, Maler und Gestalter von Postkarten oder Kinderbüchern verstehen die schmale Mondsichel oft als einen „ausgehöhlten“ Mond, auf dessen unterem „Horn“ jemand sitzen und in dessen Höhlung man Sterne entdecken kann (Abb. 4). Ein Bild wie Abbildung 5 (vgl. Wagenschein 1965, 24) /7/ findet man in keinem Kinderbuch. Dabei kann man der schmalen Mondsichel kurz vor oder nach Neumond schon mit bloßen Augen ansehen, dass der Mond immer noch rund ist (vgl. Abb. 2). Noch faszinierender ist diese Wahrnehmung, wenn man den sichel-förmigen Mond durch ein schwach vergrößerndes Fernglas betrachtet (Abb. 6).



Foto: Udo Backhaus

Abb. 3
Der Mond ist oft auch am Tag zu sehen.

Zeichnung: Franziska Kaluza



Abb. 4 Kindliche Vorstellungen vom Sitzen auf der Mondsichel, wie sie in vielen Kinderbuchillustrationen zu sehen sind.

Thematisierung im Unterricht: Die Kinder bearbeiten die Frage: „Was stimmt an den Bildern nicht?“ Die Abbildungen können dazu im Unterricht angeschaut werden, die Kinder beschäftigen sich mit weiteren Bildern zum Mond, z. B. aus Bilderbüchern oder Sachbüchern oder aus dem Internet und beobachten über einen möglichst langen Zeitraum hinweg den Mond während der Veränderung seiner Gestalt immer zu derselben Uhrzeit – bei zunehmendem Mond kurz nach Sonnenuntergang oder bei abnehmendem Mond kurz vor Sonnenaufgang.

Fehlvorstellung 3: Die Mondsichel entsteht durch den Erdschatten.

Obwohl die Entstehung der Phasengestalten des Mondes häufig bereits in der Grundschule thematisiert wird, auf jeden Fall jedoch Gegenstand des Physikunterrichts in der Sekundarstufe I ist, glauben noch sehr viele Erwachsene, dass die Sichelgestalt des Mondes durch den Schatten der Erde hervorgerufen wird. Zwar könnte man sich das bei der Mondsichel gerade noch vorstellen, weil der Rand des Schattens auf dem Mond in diesem Fall ungefähr kreisförmig ist. Aber welche Form müsste denn die Erde haben, damit ihr Schatten auch die Gestalten des Halbmondes oder gar des Dreiviertelmondes hervorrufen könnte (Abb. 7)?

Wagenschein „bestürzt diese Unkenntnis“, weil „die Wahrheit (hier) leicht zu sehen ist“. Und „noch leichter wäre zu bemerken, dass es der Erdschatten unmöglich sein kann, der den Mond aushöhlt.“ (Wagenschein 1992, 62) Denn die Mondsichel steht in derselben Himmelsrichtung über dem Horizont, in der die Sonne vor Kurzem untergegangen ist bzw. in der sie bald aufgehen wird. In welche Richtung muss dann der Schatten der Erde fallen?

Der Anblick des Mondes bei einer Mondfinsternis – dann wird er tatsächlich durch den Schatten der Erde verfinstert – ist nicht leicht vom Aussehen des Mondes kurz vor Halbmond

zu unterscheiden (Abb. 8). Das gilt aber nur, wenn man nur kurz zum Mond sieht und nicht auf weitere Umstände achtet. Der Halbmond steht bei Sonnenuntergang (bzw. bei Sonnenaufgang) hoch am Himmel. Wie kann er vom Erdschatten getroffen werden? Bei einer Mondfinsternis dagegen war der Mond wenig früher noch voll beleuchtet und wird es wenig später wieder sein. Es ist Vollmond. Wenn man mit beiden ausgestreckten Armen in die Richtungen von Sonne und Mond zeigt, bemerkt man, dass der Mond der Sonne am Himmel direkt gegenüber steht. Und wir, d. h. die Erde, versperren dem Licht von der Sonne zum Mond den Weg!

Thematisierung im Unterricht: Die Kinder bearbeiten die Frage: „Stimmt das? Die Mondsichel entsteht durch den Schatten der Erde.“ Sie befassen sich in erster Linie damit herauszufinden, wie die Phasengestalten des Mondes entstehen. Dies kann z. B. mithilfe eines Styroporballs als Mond, eines Balls als Erde und einer Lampe als Sonne geschehen (vgl. Backhaus/Struzyna 2011 a). Wenn der Mond am Tage sichtbar ist, kann der Styroporballe auch einfach in die Sonne gehalten werden. Er zeigt dann, aus der richtigen Richtung betrachtet, dieselbe Phasengestalt wie der Mond (Abb. 9). Flankiert werden diese Untersuchungen durch Beobachtungen des Mondes und durch Recherchen in Sachbüchern und im Internet.

Die Sonne

Zu beobachten, dass die Sonne sich am Himmel „bewegt“, ist nicht so einfach, denn der „Lauf“ der Sonne erscheint dem Beobachter eher als ein „Schneckenweg“. Nur über Hilfsmittel gelingt es, eine Bewegung überhaupt wahrzunehmen. Gut und ohne Sichtschutzmaßnahmen lassen sich aber Sonnenauf- und -untergänge beobachten und fotografieren.



Zeichnung: Franziska Kaluza

Abb. 5 Ein Mensch sitzt auf dem „Sichelmond“, gezeichnet nach Martin Wagenschein 1965, Seite 24.

Foto: Udo Backhaus

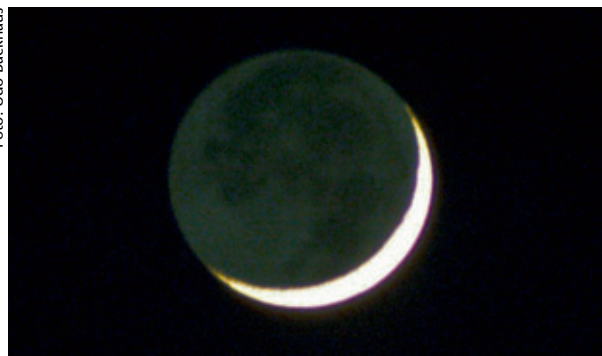


Abb. 6 Auch bei Sichelmond kann man die ganze Mondkugel erkennen.

Foto: Udo Backhaus



Fehlvorstellung 1: Die Sonne geht im Osten auf und im Westen unter.

„Im Osten geht die Sonne auf, im Süden ist ihr Mittagslauf, im Westen wird sie untergehen, im Norden ist sie nie zu sehen.“ Obwohl bei Kindern und Erwachsenen gleichermaßen als Merkspruch bekannt, ist dieser Satz doch falsch – oder gibt zumindest nur eine sehr grobe Orientierungshilfe. Er trifft nur zweimal im Jahr, bei Frühlings- und bei Herbstanfang, genau zu.

Foto: Udo Backhaus



Foto: Udo Backhaus



Abb. 8 Abnehmender Mond (links) und der Mond bei einer Mondfinsternis (rechts) sind nicht leicht zu unterscheiden – wenn man nur auf den Mond achtet.

Aber gerade zu diesen Zeiten ändert sich die Richtung, in der die Sonne auf- bzw. untergeht, besonders schnell – um mehr als einen Sonnendurchmesser jeden Tag. Man kann dies leicht beobachten, wenn man den Sonnenaufgang oder -untergang von immer demselben Standpunkt aus über mehrere Tage verfolgt (Abb. 10). Zwischen Winter- und Sommeranfang wandert der Sonnenuntergangspunkt (in Deutschland) sogar um ungefähr 90° (Abb. 11)!

Nur die Richtung, in der die Sonne ihren höchsten Stand über dem Horizont erreicht, ändert sich das ganze Jahr nicht. Diese Himmelsrichtung heißt Süden. Den Zeitpunkt, zu dem die Sonne „kulminiert“, nennt man den „lokalen Mittag“, weil die Uhrzeit an jedem Ort unterschiedlich ist /8/.

Thematisierung im Unterricht: Die Beobachtung, dass die Sonne zumeist nicht im Osten auf- und im Westen untergeht, kann an fast allen Tagen des Jahres beobachtet werden, mit Ausnahme der beiden Daten, an denen der Merkspruch tatsächlich zutrifft (s. o.). Deshalb ist es einfach, die Frage: „Stimmt das? Die Sonne geht im Osten auf und im Westen unter.“ durch Beobachtungen, Fotografien und Messungen mit einem Kompass zu beantworten. Die Kinder sollten diese Messungen über eine längere Zeit durchführen, nicht nur, um festzustellen, dass die Aussage in der Regel nicht stimmt, sondern auch, um die Veränderung von Auf- und Untergangsort zu bemerken und zu verfolgen (vgl. Backhaus/Struzyna 2011 b).

Fehlvorstellung 2: Die Jahreszeiten entstehen durch die unterschiedliche Entfernung der Sonne im Jahreslauf.

Dass es im Sommer viel wärmer als im Winter ist, führen nicht nur Kinder darauf zurück, dass die Sonne der Erde (oder die Erde der Sonne) im Sommer besonders nahe sei. Wenn das richtig wäre, müsste aber überall auf der Erde gleichzeitig Sommer sein! Im Zeitalter weltweiter Urlaubsreisen ist jedoch vielen Menschen, auch Kindern, bekannt, dass in Südafrika und Australien Sommer ist, wenn bei uns in Europa Winter herrscht – und umgekehrt. Tatsächlich ist es sogar gerade umgekehrt: Wenn bei uns (in Europa) Sommer ist, ist die Entfernung zwischen Erde und Sonne größer als im Winter.

Abb. 7

Kann der Schatten der Erde dieses Aussehen des Mondes hervorrufen?

Foto: Lutz Schön



Abb. 9 Die Phasengestalt des abnehmenden Dreiviertelmondes an einer Styroporkugel

Woher stammt dieses so verbreitete „Wissen“, dass die Bahn der Erde um die Sonne nicht kreisförmig ist, sondern eher wie ein in einer Richtung zusammengedrückter Kreis (eine *Ellipse*) aussieht? Vielleicht liegt es an Abbildungen aus Medien wie Internet, Sach- oder Schulbüchern, in denen die Ellipsenform der Erdbahn stark übertrieben dargestellt oder als perspektivische Darstellung eines gekippten Kreises gemeint ist (vielfach im Internet als Bilder zu finden unter dem Stichwort „Entstehung der Jahreszeiten“).

Tatsächlich ist die Abweichung der Erdbahn von der Kreisform winzig. Sie wäre nicht einmal erkennbar, wenn man die Erdbahn mit einem Radius von einem Meter zeichnen würde /9/. Allerdings befindet sich die Sonne nicht genau im Mittelpunkt der Erdbahn. Aber auch diese Abweichung ist nur zu erkennen, wenn die Mittelpunkte von Sonne und Erdbahn gleichzeitig eingezeichnet werden (Abb. 12).

Die wirkliche Ursache für die Jahreszeiten liegt in der Schiefelage der (gedachten) Erdachse in Bezug auf ihre Umlaufbahn um die Sonne. Sie bewirkt – und das ist leicht wahrnehmbar und messbar –, dass im Sommer die Tage in Deutschland ungefähr doppelt so lang sind wie im Winter: Ende Juni ist die Sonne ungefähr 16 Stunden über dem Horizont, Ende Dezember

Abb. 10 Sonnenuntergänge im März im Abstand von ca. einer Woche am selben Horizont.

Foto: Udo Backhaus

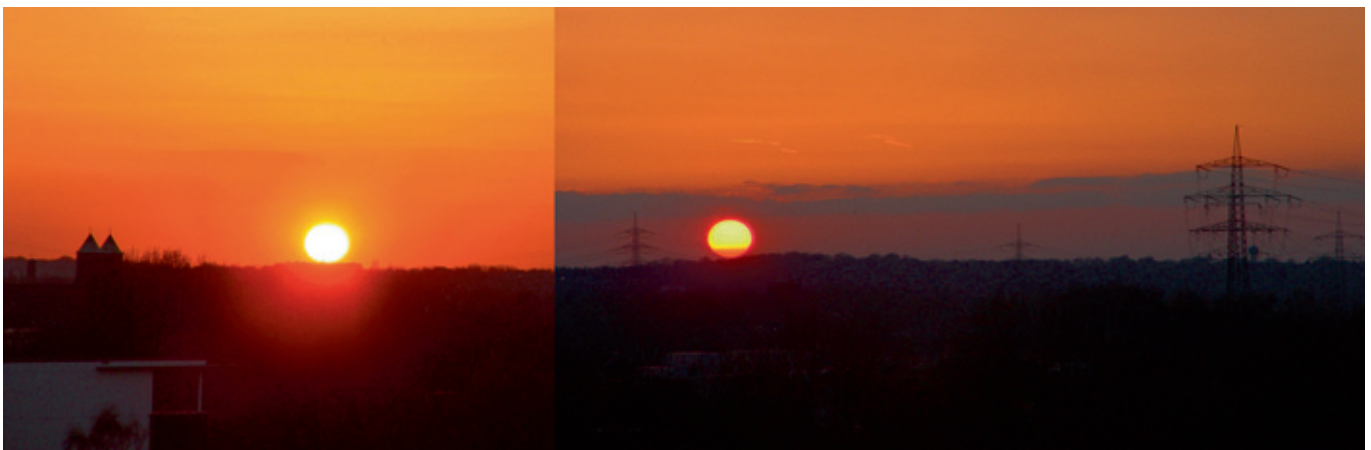


Abb. 11 Sonnenuntergänge im Januar, März und Juli

dagegen nur ungefähr 8 Stunden. Und natürlich kann die Sonne die Erdoberfläche und die Luft umso stärker erwärmen, je länger sie scheint. Eine weitere Folge der schief liegenden Erdachse ist, dass die eingestrahlte Energiemenge auf einer Fläche umso geringer wird, je „schräger“ die Sonnenstrahlen auf den Boden treffen. (Ein einfacher Versuch, der dieses Phänomen „fühlbar“ macht, findet sich in Köster 2003).

Thematisierung im Unterricht: Die Kinder bearbeiten die Frage: „*Stimmt das? Im Sommer ist die Erde näher an der Sonne als im Winter.*“ Für die Beantwortung dieser Frage müssen sie sich mit der Entfernung der Sonne zur Erde beschäftigen. Die Daten dazu finden sie z. B. im Internet. Allerdings geht die Größe der Erdbahn (Radius: 150 Millionen Kilometer) weit über das Vorstellungsvermögen von Grundschulkindern hinaus. Vielleicht kann die folgende Veranschaulichung helfen: Ein moderner ICE (Geschwindigkeit 250 km/h) würde, wenn er geradewegs von der Erde zur Sonne fahren könnte, ungefähr 68 Jahre benötigen – für die kleinste Entfernung ein Jahr weniger, für die größte ein Jahr mehr.

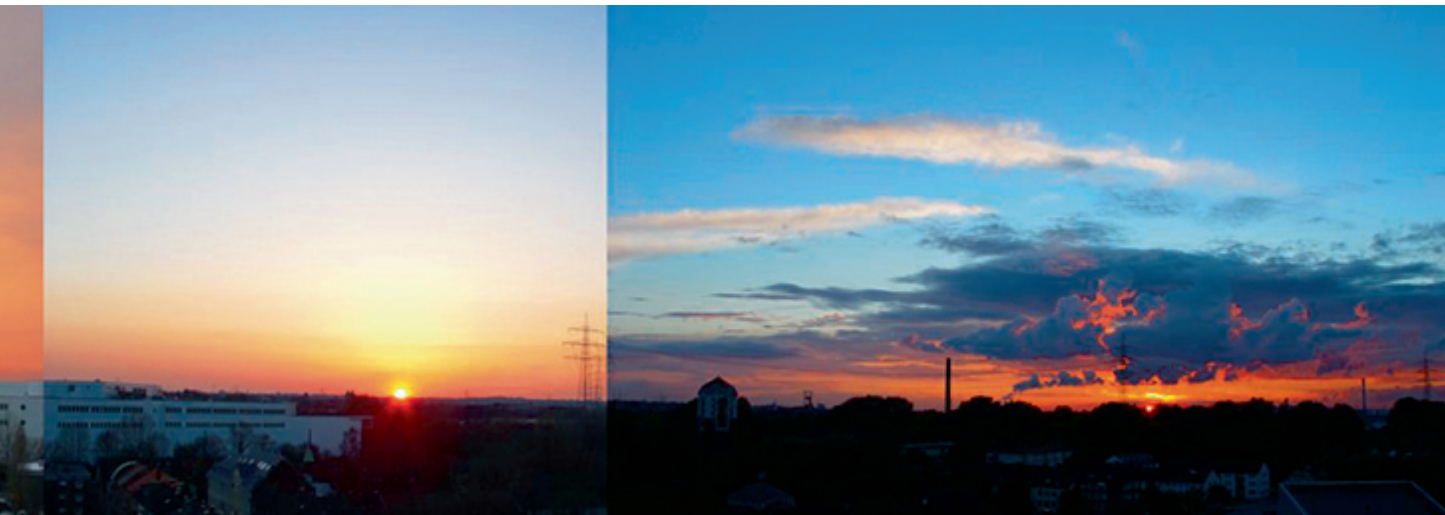


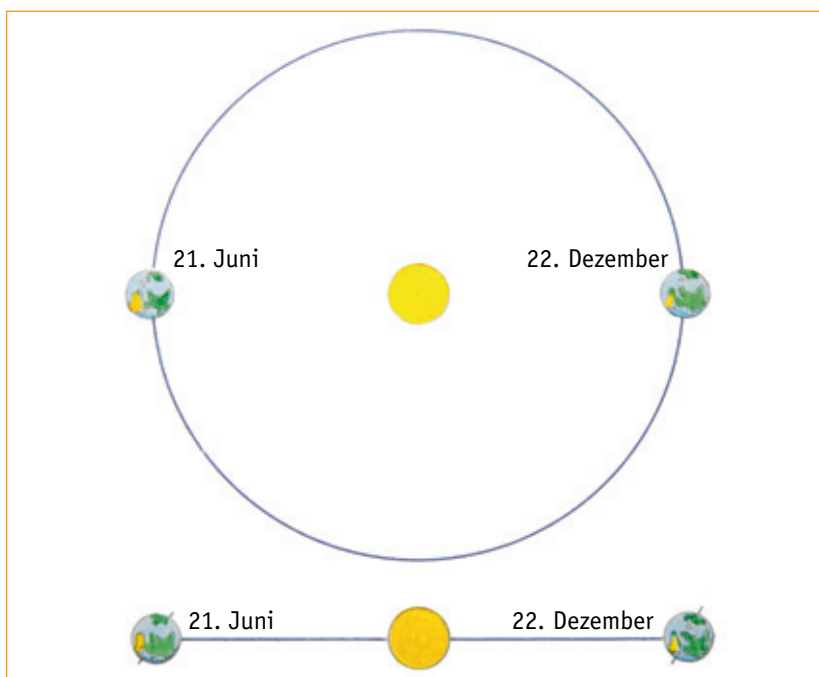
Foto: Udo Backhaus

Fazit

- ▶ Wir hoffen, deutlich gemacht zu haben, dass Fehlvorstellungen sogar ganz nützlich sein können, wenn sie dazu beitragen, Naturerscheinungen genauer zu beobachten, Gesehenes oder vermeintlich „Gewusstes“ zu hinterfragen und neu zu beleuchten.
- ▶ Bewusst sollte jedoch bleiben, dass die klügsten Köpfe der Menschheit viele Jahrhunderte gebraucht haben und bis heute forschen, um Antworten auf die vielen Fragen zu finden, die sich durch die Beobachtung des Himmels und der Erde ergeben.
- ▶ Beobachtungen, die nicht nur Kinder, sondern alle Menschen am Himmel und auf der Erde machen, sollten daher nicht vorschnell als Fehlvorstellungen abgetan oder als „falsch“ zurückgewiesen werden. Sie sollten eher als Anregungen zu genaueren und auch längerfristigen Beobachtungen genutzt werden.

Literatur

- ▶ Comins, N.F.: Heavently Errors. Misconceptions About the Real Nature of the Universe. New York/Chichester/West Sussex 2001
- ▶ Backhaus, U./Struzyna, S.: „Der Mond kommt still gegangen ...“. In: Grundschule Sachunterricht (2011 a) 51, 13–19
- ▶ Backhaus, U./Struzyna, S.: Der Lauf der Sonne über den Himmel. In: Grundschule Sachunterricht (2011 b) 51, 7–12
- ▶ Köster, H.: Sterne haben Zacken, Planeten nicht – Astronomie am Schulvormittag. In: Praxis Grundschule 26 (2003), 12?23
- ▶ Reichert, U.: Die Sonnenfinsternis 2015. Chance genutzt – Chance vertan. In: Sterne und Weltraum 54 (2015) 5, 40–44
- ▶ Wagenschein, M.: Die Erde unter den Sternen. Ein Weg zu den Sternen für jeden von uns. Weinheim 1965
- ▶ Wagenschein, M.: Verstehen lehren. Weinheim 1992
- ▶ Wagenschein, M.: Die Erfahrung des Erdballs. Beitrag zu einer genetischen Didaktik der Himmelskunde.



Zeichnung: Wolfgang Zieger

Abb. 12

Die Bahn der Erde um die Sonne ist ein fast perfekter Kreis. Aber die Sonne befindet sich nicht ganz genau in ihrem Mittelpunkt.

In: Wagenschein, M.: Naturphänomene sehen und verstehen – Genetische Lehrgänge. Stuttgart 2009

Anmerkungen

- /1/ <http://martin-wagenschein.de/Archiv/W-004.pdf>
- /2/ Zum Artikel: <http://www.spektrum.de/magazin/die-sonnenfinsternis-2015/1339747>; siehe auch die Reaktionen der Leserinnen und Leser darauf (<http://www.spektrum.de/magazin/sonnenfinsternis-maerz-2015/1348355>)
- /3/ <http://www.scc.losrios.edu/pag/observatory/44-common-misconceptions-astronomy/#14>
- /4/ <http://umaine.edu/heavenly-errors/>
- /5/ auch in: <http://martin-wagenschein.de/Archiv/W-010.pdf>
- /6/ <http://moon.nasa.gov/moonmisconceptions.cfm>
- /7/ <http://martin-wagenschein.de/Archiv/W-004.pdf>
- /8/ Nur auf dem 15. Längengrad, z. B. in Görlitz, erreicht die Sonne um 12 Uhr mittags ihren höchsten Stand, an allen Orten, die weiter westlich liegen, später.
- /9/ Auf der abgeplatteten Seite weicht die Erdbahn dann nur um 0.14 mm vom Kreis ab.

Autorin/Autor

Prof. Dr. Hilde Köster,
Freie Universität Berlin,
FB Erziehungswissenschaft
und Psychologie,
AB Grundschulpädagogik,
Habelschwerdter Allee 45,
14195 Berlin

Prof. Dr. Udo Backhaus,
Universität Duisburg-Essen,
Universitätsstraße 2,
45117 Essen