

Der Silberblick des Mondes und die Zentralperspektive

UDO BACKHAUS – HANS JOACHIM SCHLICHTING

Auch wenn aus optischen Gründen klar ist, dass die beleuchtete Mondseite direkt der Sonne zugewandt ist, gibt es Situationen, in denen es einem Beobachter so scheint, als »schiele« der Mond an der Sonne vorbei. Es werden die geometrischen und physikalischen Hintergründe dieses Phänomens beschrieben, das vor einiger Zeit wieder kontrovers diskutiert worden ist. Außerdem werden die Bedingungen genannt, unter denen es wahrzunehmen ist, und Verbindungen zu anderen optischen Phänomenen aus Lebenswelt und Astronomie aufgezeigt. Dabei ergeben sich Vorschläge für Beobachtungen und Foto- bzw. Filmaufnahmen.

1 Einleitung

Mit den Mondphasen und ihrer Entstehung sind viele Fehlvorstellungen verbunden. Um die Phasengestalt des Mondes anschaulich zu begreifen, muss man Sonne und Mond gemeinsam in den Blick nehmen – und sich selbst in die Konstellation bewusst hinein-denken. »Durchschaut er die Konstellation, so sieht er, allmäh-

lich, wie der Mond als dunkle Kugel im Licht der Sonne hängt, ...« (WAGENSCHIN, 1965). Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen der Konstellation zwischen der Sichel des jungen Mondes und der untergehenden Sonne und der zu erwartenden Richtung der Mondsichel. Allerdings ist selbst dieser Zusammenhang nicht Allgemeingut, wie zahllose Zeichnungen von Mondsicheln in Kinderbüchern zum Ausdruck bringen (z. B. Abb. 2).

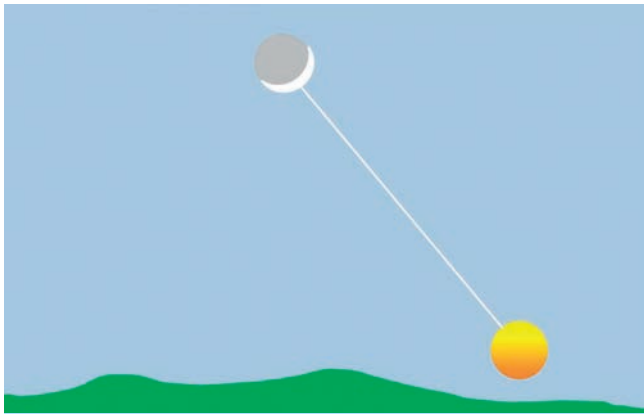


Abb. 1. Zu erwartende Richtung der Mondsichel



Abb. 2. Was ist hier falsch?

Der aufmerksame Beobachter stößt, wenn er die Entstehung der Phasengestalt glaubt verstanden zu haben, allerdings auf ein Problem: Die von der Sonne beleuchtete Mondseite scheint oft nicht in Richtung Sonne zu »blicken«, sondern mehr oder weniger deutlich oberhalb an ihr vorbei zu »schielen«. Genauer: Wenn man die Symmetrieachse der Phasengestalt geradlinig verlängert, scheint die Linie nicht auf die Sonne zu treffen. Sie verfehlt die Sonne umso weiter, je größer der Winkel zwischen dem zunehmendem Mond und der Sonne wird.

Das Phänomen ist weder neu noch einzigartig und keineswegs eine neue Mondillusion (ROGERS, 2014). Während die Mondillusion, bei der der Mond am Horizont größer erscheint als hoch am Himmel (ROSS, 2002), eine optische Täuschung darstellt, handelt es sich beim schielenden Mondes um einen Effekt der Zentralperspektive, der uns in anderen alltäglichen Situationen wohl vertraut ist, der aber kaum bewusst wahrgenommen wird. Dennoch ist das Phänomen immer wieder Gegenstand von Publikationen, in denen es aus astronomischer, wahrnehmungspsychologischer und lebensweltlicher Sicht beschrieben wird (z. B. GLAESER, 2009 und SCHOELKOPF, 1998, STEINRÜCKEN,

o. J., SCHOTT, o. J., MAYER, o. J., FEUERSTEIN, 2013). In einigen dieser Arbeiten wird allein schon durch die Komplexität der Darstellung der Eindruck erweckt, das Phänomen sei kompliziert und nur schwer erklärbar, in anderen Äußerungen (BUTH, 2011, OBERSCHELP, 2012) zeigen sich grundsätzliche Verständnisschwierigkeiten.

Vor diesem Hintergrund möchten wir im Folgenden über die kurze Beschreibung von einem von uns (SCHLICHTING, 2012) hinausgehend das Phänomen in einem größeren Zusammenhang ähnlicher meist übersehener perspektivischer Effekte im Alltag darstellen und durch Fotos veranschaulichen.

2 Das Phänomen

Der zunehmende Dreiviertelmond geht, einige Tage vor Vollmond, nachmittags auf, wenige Stunden vor Sonnenuntergang. Wenn man ihn bei Sonnenuntergang bemerkt, ist seine beleuchtete Seite schräg nach oben gerichtet, obwohl die untergehende Sonne deutlich tiefer am Horizont steht: Er scheint weit über die Sonne hinweg zu blicken (Abb. 3). Allerdings muss man, um den Effekt zu bemerken, den Kopf zwischen Mond und Sonne hin- und herwenden. Beim zunehmenden Halbmond ist der Effekt vielleicht besonders eindrucksvoll. Seine Symmetrieachse ist bei Sonnenuntergang horizontal ausgerichtet, und man kann das Schielen fast auf einen Blick wahrnehmen, muss dabei also den Kopf nur wenig drehen.



Abb. 3. Der vor Kurzem aufgegangene Dreiviertelmond bei Sonnenuntergang

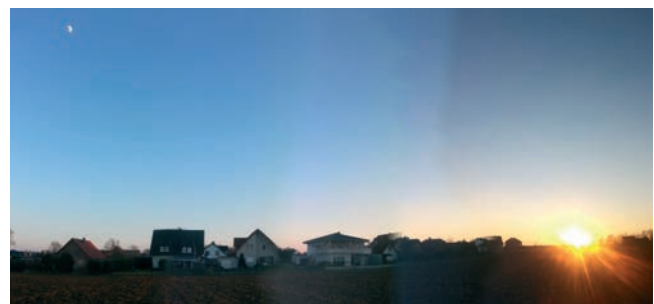


Abb. 4. Der Halbmond scheint bei Sonnenuntergang in die falsche Richtung zu blicken (Foto: R. SCHÜNECKE). Die Mondgröße wurde der Deutlichkeit halber verdoppelt.



Abb. 5. Auf dieser Weitwinkelaufnahme sieht der (stark verzerrt aussehende) Halbmond genau zur Sonne (Foto: A. KNÜLLE-WENZEL). Die Mondgröße wurde wieder doppelt so groß dargestellt.

Abbildung 4 stellt den Effekt eindrucksvoll dar. Es handelt sich um ein Panoramafoto, das aus mehreren senkrechten Handy-aufnahmen zusammengefügt wurde. Bei der Aufnahme wurde mit der Kamera genau die Kopfdrehung simuliert, die zu dem Effekt des schielenden Mondes führt. Werden Mond und tiefstehende Sonne jedoch mit einer einzelnen Weitwinkel Aufnahme fotografiert, und das ist zwei Tage nach Halbmond gerade noch möglich, so ist vom Schielen des Mondes nichts zu sehen: Der Mond blickt auf solchen Fotos genau zur Sonne (Abb. 5).

3 Die Zentralprojektion

Für astronomische Experten stellt das Phänomen kein Problem dar (siehe Online-Beilage). Manche astronomische Laien können mit deren Erklärung jedoch wenig anfangen, weil sie mit der Beschreibung astronomischer Vorgänge auf der Himmelskugel nicht vertraut sind. Zum Glück ist es auch möglich, den scheinbaren Widerspruch ohne sphärische Geometrie aufzulösen. Der Umstand, dass es unmöglich ist, den Effekt mit einem Weitwinkelobjektiv auf einem einzelnen Foto abzubilden (einem Objektiv, das im Wesentlichen eine Lochkameraabbildung auf der Bildebene erzeugt), legt es nahe, hier einen Effekt der Zentralperspektive zu vermuten.

Wenn man senkrecht auf ein System paralleler Geraden blickt, z. B. auf die Wand eines Wohnblocks (Abb. 6, links), oder es

fotografiert, sieht man alle Linien (auf dem Bild) parallel zueinander. Wenn man jedoch den Blick wendet, scheinen sich die Linien in der Ferne einander anzunähern (Abb. 6, rechts). Die Erfahrung hat uns gelehrt, dass diese scheinbare Annäherung ein Resultat zunehmender Entfernung ist. Wir sind mit dieser perspektivischen Verkürzung im Alltag so vertraut, dass wir die Annäherung der Linien nicht als solche wahrnehmen, sondern sie sofort unbewusst als räumliche Tiefe interpretieren. Selbst wenn wir den Kopf wenden und dabei die sich nähernden Linien zunächst divergieren, dann zu Parallelen werden und schließlich mit zunehmender Entfernung konvergieren, sehen wir darin keinen Widerspruch zur Wirklichkeit. Man kann den Effekt jedoch beim Betrachten weitwinkliger Kameraschwenks z. B. in Filmen leicht erkennen, wobei man ja den Kopf nicht drehen muss, und noch deutlicher, wenn man mehrere so entstandene Fotos zu einem Bild zusammensetzt. Auf einem solchen Bild (Abb. 7¹) sind die Linien nicht mehr gerade, sondern laufen von den seitlichen Rändern her kommend zur Bildmitte hin auseinander.

Nur eine einzige horizontale Linie, deren Lage an den Bildrändern rot markiert ist, ist auf dem zusammengesetzten Bild durchgehend gerade geblieben. Wodurch die Auszeichnung dieser Linie zustande kommt, wird durch den Vergleich mit einem weiteren Bild deutlich (Abb. 8): Es ist jeweils die Linie, die in der »Äquatorebene« der Drehung liegt, in der Ebene also, die die Kamera enthält und auf der die Drehachse senkrecht steht.



Abb. 6. Parallele Linien bei senkrechtem (links) und schrägem Draufblick



Abb. 7. Beim Zusammensetzen dreier Bilder wie in Abbildung 3 mit einem Bildbearbeitungsprogramm werden die Bilder so verzerrt, dass die Bildübergänge glatt sind. Dadurch werden die parallelen Geraden der Fensterkanten zu gekrümmten Linien. Das Bild gibt den Eindruck wieder, den man beim Betrachten eines filmischen Kameraschwenks erfährt. Das linke Bild zeigt die Kamera, deren Mittelstange die Richtung der Schwenkachse anzeigt.

¹ Der zugrunde liegende Film und weitere das Phänomen illustrierende Bilder finden sich unter <http://www.astronomie-und-internet.de/moonstiltmonet.html> [22.2.2017].



Abb. 8. Auf diesem zusammengesetzten Bild wird eine andere Gerade als in Abbildung 7 (rot markiert) als Gerade abgebildet, weil die Kamera um eine andere Achse geschwenkt wurde.

Die Abbildungen 6–8 veranschaulichen, dass bei der Zentralprojektion auf eine ebene Bildfläche Geraden im Raum immer als Geraden abgebildet werden, allerdings parallele Geraden im Allgemeinen nicht als parallele Geraden. Wird jedoch die Kamera um eine feste Achse geschwenkt und werden mehrere so entstandene Bilder nebeneinander angeordnet, dann hat nur eine Gerade auf allen Bildern dieselbe Richtung. Alle anderen Geraden ändern auf den Bildern so ihre Richtung, dass auf den nebeneinander angeordneten Bildern ein zur »Zentralgeraden« konvex gekrümmter Linienzug gebildet wird.

4 Die Entstehung des »schielenden Mondes«

Wenn man vereinfachend die Abbildung im menschlichen Auge als Lochkameraabbildung auf einer ebenen Fläche betrachtet, können die Eigenschaften der Zentralprojektion direkt auf das hier untersuchte Phänomen übertragen werden: Das Phänomen tritt erst auf, wenn der Winkelabstand des Mondes von der Sonne so groß ist, dass man beide Objekte nicht mehr mit einem Blick erfassen kann. Bannt man aber in einer solchen Situation beide Himmelskörper mit einem normalen

Weitwinkelobjektiv auf ein einzelnes Foto, dann hat der Mond auf dem Bild seinen Silberblick verloren. Entscheidend für die Wahrnehmung des Phänomens ist also, dass der Blick (oder die Kamera) vom Mond zur Sonne und umgekehrt gewendet werden muss, um beide (nacheinander) sehen zu können. Die obigen Demonstrationen haben gezeigt, dass es dabei entscheidend darauf ankommt, um welche Achse Kopf oder Kamera gedreht werden: Wird der Kopf, wie normalerweise, in einer »Nein-Bewegung« hin- und hergedreht, d. h. um eine lotrechte Achse, erscheint der Horizont als gerade Linie. Die Gerade im Raum, die Sonne und Mond miteinander verbindet erscheint dagegen als Linie, die zum Horizont hin nach unten gebogen ist. Wird der Kopf dagegen, eventuell während man in einem Liegestuhl liegt, um eine Achse gedreht, die senkrecht auf der durch Sonne, Mond und den eigenen Kopf gebildeten Ebene steht, dann erscheint der Lichtweg von der Sonne zum Mond gerade: Das Schielen des Mondes ist verschwunden! Der Horizont erscheint dagegen als zu dieser Gerade hin nach oben gebogen, aber es gelingt kaum, ihn als gebogene Linie wahrzunehmen.

Die geeignete Drehung des Kopfes gelingt vielleicht nicht auf Anhieb; man muss sie üben, um den Lichtweg von der Sonne zum Mond als geradlinig wahrzunehmen. Das liegt daran, dass die Lichtstrahlen im Weltraum nicht sichtbar sind (siehe jedoch Abbildung 11) und es Hilfslinien wie bei einem Häuserblock, einem langen Zaun oder einer gekachelten Wand nicht gibt.

M. MINNAERT (1992, 190 f) beschreibt ein überraschendes und überzeugendes Experiment, durch das diese Schwierigkeit überwunden wird: Wenn man vor den Augen zwischen Sonne und Mond eine Schnur spannt, dann hat die Symmetrieachse der Mondgestalt tatsächlich dieselbe Richtung wie die Schnur².



Abb. 9. Ausschnitte aus Filmen (s. Fußnote 1) einer (ungefähr) geradlinigen Hochspannungsleitung. Die Kamera wurde einmal um eine lotrechte Achse gedreht (oben). Im anderen Fall stand die Drehachse senkrecht auf der durch Leitung und Kamera definierten Ebene (unten).

² Die Bilder (A. KNÜLLE-WENZEL) auf dem Heftdeckel veranschaulichen das Experiment und den Effekt.



Abb. 10. Panoramaaufnahme Mond – Sonne, bei der die Drehachse senkrecht auf der Ebene Mond-Sonne-Kamera stand. Der Mond wurde der Deutlichkeit halber wieder vergrößert. (Foto: U. BACKHAUS)

Man muss dieses Freihandexperiment selbst durchführen, um den Effekt glauben zu können und das merkwürdige Gefühl zu genießen, wie eine als objektive Tatsache empfundene Wahrnehmung sich als Illusion erweist. Die Wirkung des Experiments beruht darauf, dass die Schnur den Beobachter veranlasst, den Kopf so zu drehen, dass die Richtung Mond-Sonne in der Äquatorebene liegt. Eine entsprechende aus mehreren Bildern zusammengesetzte Panoramaaufnahme, auf der der Mond trotz des Keraschwenks nicht schießt, gelingt nach einiger Übung (siehe Abb. 10, die am selben Tag entstanden ist wie Abb. 4).

5 Mit dem schielenden Mond zusammenhängende Phänomene

Wenn das Phänomen der scheinbar falschen Ausrichtung der Mondgestalt in dieser Weise verstanden ist, fallen einem vielleicht weitere Erfahrungen ein, die auf demselben Effekt beruhen:

- Wolken, Nebel und Dunst machen manchmal die Strahlen der Sonne, manchmal »Schattenstrahlen«, sichtbar. Dann scheinen die parallelen Strahlen zu divergieren, wenn sie auf den Beobachter zukommen, aber zu konvergieren, wenn sie sich vom Beobachter entfernen (Abb. 11). Müssen sie nicht dazwischen einen Bogen gemacht haben? MINNAERT (1992) beschreibt weitere Phänomene mit Lichtbündeln in der Atmosphäre.
- Wenn bei Panoramaaufnahmen der Milchstraße der Horizont geradlinig abgebildet ist, handelt es sich um zusammengesetzte Bilder, die durch Schwenk der Kamera um eine lotrechte Achse entstanden sind (Abb. 12). Bei Bildern mit geradliniger Milchstraße handelt es sich meistens um Fischaugen-Aufnahmen.
- Bei Fernrohren, die durch Drehung um eine lotrechte und eine waagerechte Achse auf ein Himmelsobjekt ausgerichtet und diesem nachgeführt werden können (azimutale Montierung), dreht sich bei der Nachführung das Bildfeld. Zum Beispiel ergab sich bei der Überlagerung von Fotos des Venustransits 2004 zunächst ein gekrümmter Weg der Venus über die Sonne (Abb. 13, links). Erst durch nachträgliche Kompensation der Bildfeldrotation wurde daraus der erwartete lineare Verlauf (Abb. 13, rechts).

6 Zusammenfassung

Das Phänomen des schielenden Mondes ist ein Effekt der Zentralperspektive. Es tritt nur auf, wenn Mond und Sonne nicht mit einem Blick erfasst bzw. auf einem einzelnen Foto abgebildet werden können. Entscheidend ist, dass Kopf oder Kamera gedreht werden müssen. Dabei kommt es auf die Richtung der Drehachse an. In der Regel werden Kopf oder Kamera um eine lotrechte Achse gedreht. Dabei wird der Horizont als geradlinig wahrgenommen, der Lichtweg von der Sonne zum Mond jedoch



Abb. 11. »Schattenstrahlen«, die in Richtung Gegen Sonne scheinbar konvergieren (©CASEY EVELEIGH, <http://www.weathersnapshot.com/wp-content/uploads/2016/01/151-4.jpg> [8.8.2016])



Abb. 12. Zusammengesetztes Foto der Milchstraße (©DAVID LANE, <http://apod.nasa.gov/apod/ap141007.html> [23.2.2017])

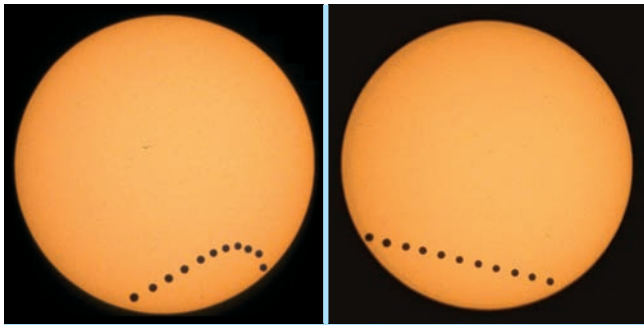


Abb. 13. Überlagerung von Bildern (Fotos: U. BACKHAUS), die während des Venustransits 2004 mit azimuthal montierter Kamera aufgenommen wurden. Die Bildfeldrotation (links) wurde nachträglich kompensiert (rechts).

als zum Horizont hin gekrümmt: »Der Mond blickt entlang dieser Linie zur Sonne.«

Das Phänomen verschwindet jedoch, wenn die Drehachse senkrecht auf der Ebene steht, die durch Mond, Sonne und Kamera festgelegt ist. Der Effekt ist umso deutlicher ausgeprägt, je stärker die Drehachse von dieser Richtung abweicht und je größer der Winkelabstand zwischen Sonne und Mond ist. Er lässt sich besonders gut beobachten bei Sonnenuntergang im Frühling und bei Sonnenaufgang im Herbst.

Für das Verständnis des Phänomens spielen also weder die unterschiedlichen Entfernungen von Sonne und Mond eine Rolle – auch in der Erdatmosphäre kann man scheinbar gebogene Lichtwege beobachten (siehe z. B. MINNAERT, 1992) – noch das wahrnehmungsphysiologische Phänomen der scheinbar abgeflachten Himmelskuppel (ROSS, 2002). Auch mit einer Fischaugenabbildung hat der schielende Mond nichts zu tun (FEUERSTEIN, 2013).

Wir hoffen, dass die Leser dieses Artikels in Zukunft die beschriebenen Phänomene – und eventuell weitere ähnliche – bewusst wahrnehmen und bei Bildern, auf denen wirkliche Geraden, wie die Bahn eines Meteoriten³, als gekrümmte Linien abgebildet werden, sofort nach Hinweisen auf die Zusammensetzung aus mehreren Teilbildern fahnden.

Literatur

BUTH, M. (2011). Der Mond schießt an der Sonne vorbei, *MNU*, 64(8), 471–472.

FEUERSTEIN, B. (2013). Wenn Licht scheinbar krumme Wege läuft und die Mondsichel auf dem Rücken liegt. <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/zentrales-wis-dokument-ms-os-02-2013/1180947> [23.2.2017].

GLAESER, G. & SCHOTT, K. (2009). Geometric Considerations About Seemingly Wrong Tilt of Crescent Moon. *KoG*, 13, 19–26.

MAYER, S. (o. J.). Warum zeigt die Neigung der Mondsichel nicht genau zur Sonne? <http://www.psy-mayer.de/links/Mondneigung.pdf> [23.2.2017].

MINNAERT, M. (1992). *Licht und Farbe in der Natur*. Basel: Birkhäuser.

OBERSCHELP, A. (2001). Zu: »Der Mond schießt an der Sonne vorbei«. *MNU*, 64(8), 243–244.

ROGERS, B. J. & ANSTIS, S. M. (2014). The new moon illusion. In A. G. SHAPIRO & D. TODOROVIC (Eds.), *The Oxford Compendium of Visual Illusions*. New York and Oxford: Oxford University Press.

ROSS, H. E. & PLUG, C. (2002). *The Mystery of the Moon Illusion*. Oxford: University Press.

SCHLICHTING, H. J. (2012). Schielt der Mond? *Spektrum der Wissenschaft*, 10, 56–58.

SCHÖLKOPF, B. (1998). The moon tilt illusion. *Perception*, 27(10), 1229–1232.

SCHOTT, K. (o. J.). »Falsche« Mondneigung – Wohin zeigt die Mondsichel? <http://falsche-mondneigung.jimdo.com/> [23.2.2017].

STEINRÜCKEN, B. (o. J.). Über gerade und gekrümmte Linien am Himmel – oder: Warum zeigt die Mondsichel nicht genau zur Sonne? <http://sternwarte-recklinghausen.de/data/uploads/dateien/pdf/mondsichel.pdf> [23.2.2017].

WAGENSCHHEIN, M. (1992). Verdunkelndes Wissen? In: M. WAGENSCHHEIN, *Verstehen lehren*. Weinheim: Beltz, <http://martin-wagenschein.de/2/W-171.pdf> [23.2.2017].



Prof. Dr. UDO BACKHAUS lehrte bis zu seiner Pensionierung Didaktik der Physik an der Universität Duisburg-Essen. Die Didaktik der Astronomie war und ist eins seiner Hauptarbeitsgebiete. Homepage: <http://www.didaktik.physik.uni-due.de/~backhaus/>; Email: udo.backhaus@uni-due.de

Prof. Dr. HANS JOACHIM SCHLICHTING war bis 2011 Direktor des Instituts für Didaktik der Physik der Universität Münster, Wilhelm-Klemm-Str. 10, 48149 Münster. Homepages: www.uni-muenster.de/physik.dp, sowie: hjschlichting.wordpress.com; Email: schlichting@uni-muenster.de

³ http://p5.focus.de/img/fotos/crop430083/9526743354-cfreecrop-w1280-h720-ocx8_y0-q75-p5/Meteorit.jpg
<http://www.fr-online.de/raumfahrt/meteorit-meteor-rund-1000-verletzte-bei-meteoriteneinschlag,1473248,21848178.html>
<http://www.fr-online.de/image/view/2013/11/15/21847264,18017220,highRes,14849E00596155C0.jpg>

Ergänzungen zum Beitrag

»Der Silberblick des Mondes und die Zentralperspektive«
mit fortlaufender Nummerierung

7 Die astronomische Beschreibung
des Phänomens

Astronomische Experten sind gewohnt, astronomische Bewegungsvorgänge an der Himmelskugel zu beschreiben: Jede Gerade im Weltraum wird als Teil eines *Großkreises* auf dieser Kugel wahrgenommen, d. h. eines Kreises, dessen Mittelpunkt sich im Mittelpunkt der Kugel befindet. Sonne und Mond befinden sich, wenn wir von der geringen Neigung der Mondbahn absehen, in der Ebene, in der sich näherungsweise alle Planeten um die Sonne bewegen. Diese Ebene schneidet sich mit der Himmelskugel im Großkreis der Ekliptik. Der Lichtweg von der Sonne zum Mond verläuft natürlich in der Ebene des Sonnensystems, wird also an der Himmelskugel als Teil der Ekliptik wahrgenommen. Die Ekliptik bildet deshalb die Symmetrieachse der Phasengestalt des Mondes (Abb. 14).

Die Ekliptik bildet mit dem Himmelsäquator einen Winkel von 23,5°. Sie steht besonders steil auf der Horizontebene bei Sonnenuntergang zu Frühlingsanfang (wie in Abb. 14) und bei Sonnenaufgang zu Herbstanfang. Deshalb ist in unseren geogra-

fischen Breiten zu diesen Zeiten das Phänomen des schielenden Mondes besonders auffällig. Steht jedoch, in äquaturnahen Gegenden der Erde, die Ekliptik so steil, dass man den Kopf zwischen Sonne und Mond eher um die horizontale Achse hin- und herbewegen muss (»Ja!«) als um die vertikale Achse (»Nein!«), dann tritt die Täuschung nicht auf.

8 Die Fischaugen-Abbildung

Fischaugen-Objektive können sehr große Raumwinkel – bis zu mehr als den Halbraum – auf die Bildebene abbilden. Bei dieser Art der Abbildung werden nicht mehr alle Geraden auf Geraden abgebildet. Das gilt vielmehr nur für die Geraden, die die Objektivachse schneiden, deren Bild deshalb durch die Bildmitte verläuft. Alle anderen Abbildungen von Geraden sind zur Bildmitte hin gekrümmt (»tonnenförmige« Verzeichnung). Abbildung 15 zeigt das anhand eines Meteoritenschauers deutlich. Geradlinige Abbildungen der Milchstraße sind wohl meistens mit Fischaugen-Objektiven aufgenommen worden. Auf ihnen geht Milchstraße durch die Bildmitte.

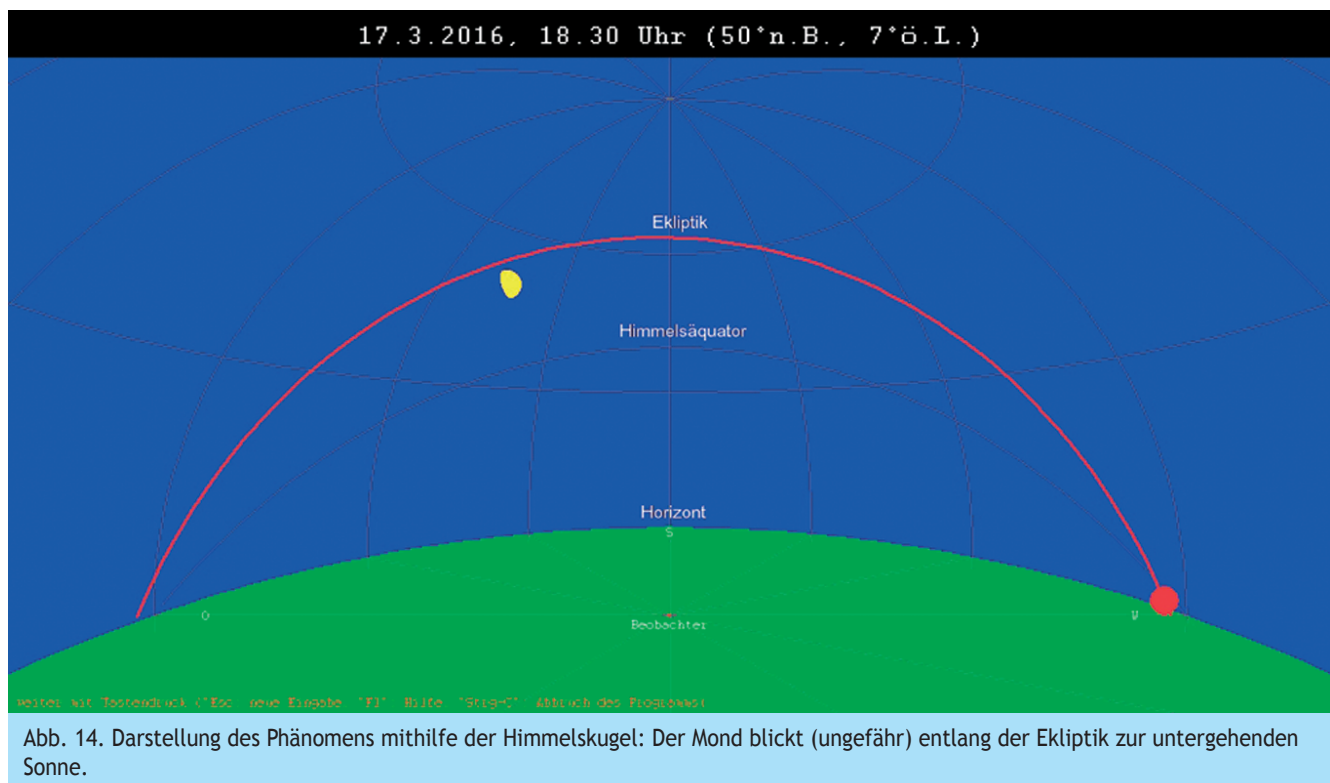


Abb. 14. Darstellung des Phänomens mithilfe der Himmelskugel: Der Mond blickt (ungefähr) entlang der Ekliptik zur untergehenden Sonne.



Abb. 15. Fischaugen-Aufnahme eines Meteoritenschauers: Nur die Bahnen, die durch die Bildmitte verlaufen, sind geradlinig abgebildet (mit freundlicher Genehmigung von PETR HORÁLEK; <http://apod.nasa.gov/apod/ap150813.html> [8.8.2016]).



Abb. 16. Einzelne Fischaugenaufnahme des schielenden Mondes mit (fast) geradem Horizont (Foto: R. SCHÜNECKE)

Eine Fischaugen-Aufnahme des schielenden Mondes, die das Phänomen auf einer einzelnen Aufnahme zeigt, war uns nicht bekannt – bis R. SCHÜNECKE mit einem 8 mm-Fischaugenobjektiv eine solche gelang.