

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Band: 79 (2021)
Heft: 4

Artikel: Wohin verschwindet das Licht, wenn es dunkel wird?
Autor: Baer, Thomas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1049435>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Licht geht nicht verloren

Wohin verschwindet das Licht, wenn es dunkel wird?

Licht ist zweifellos ein faszinierendes Phänomen. Wir können es nicht direkt sehen, aber wahrnehmen, wir können es uns modellhaft vorstellen, bekunden aber dennoch Mühe, es zu irgendwie fassen. Und so gibt es viele Fragen rund um das Wesen von Licht. Einer werden wir in diesem Beitrag etwas auf den Grund gehen.

Beitrag: Thomas Baer

Oft sind es die vermeintlich banalen Fragen, die uns manchmal ins Grübeln bringen. Oder ist es Ihnen nicht auch schon passiert, dass Sie ein Kind völlig überrumpelt hat, etwa, wenn es wissen wollte, wohin das Licht eigentlich verschwinde, wenn es dunkel werde. Je länger ich über diese Frage nachdenke, kommen selber Kind-

heitsvorstellungen über das Wesen des Lichts auf. Müsste man denn in einer Zeitlupenaufnahme nicht sehen können, wie sich beim Betätigen eines Lichtschalters das Licht radial im Raum ausbreitet? Und wohin verschwindet es, wenn ich den Schalter wieder ausmache? Das Licht muss doch irgendwo sein...

So oder ähnlich könnte wohl die Frage in einer Unterrichtsstunde endlos weitergehen. In der Tat ist Licht ein faszinierendes Phänomen, nicht bloss für Physiker. Wie so oft bei Dingen, die wir zwar wahrnehmen, aber doch nicht wirklich fassen können, haben wir es beim Licht mit einer äusserst komplexen Erscheinung zu

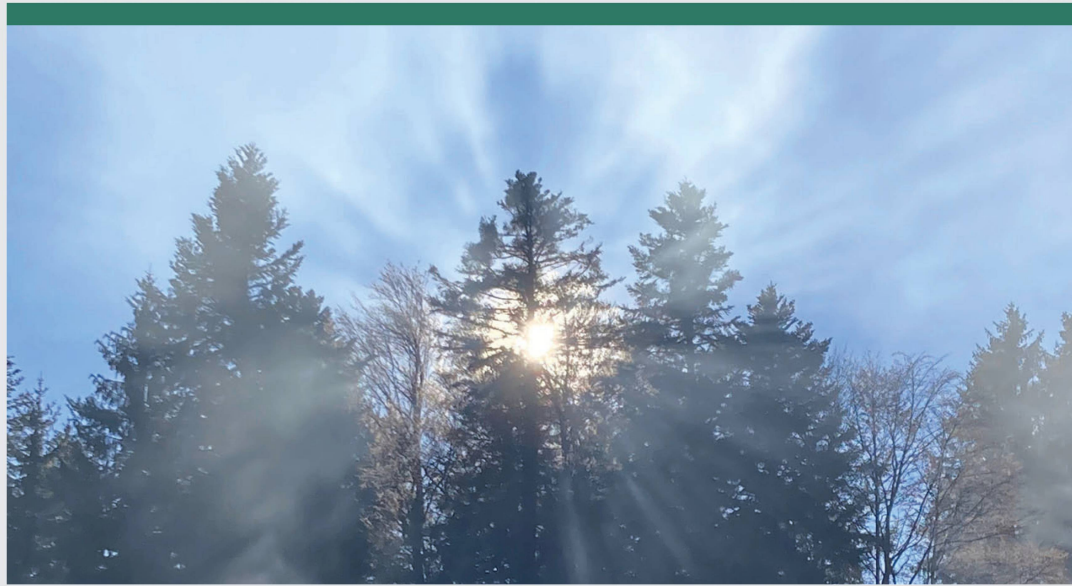


Abbildung 1: Der Apollo-17-Astronaut *Harrison Schmitt* sieht neben diesem grossen Mondbrocken winzig aus. Sein Astronaut-Kollege *Gene Cernan* hat dieses Foto von *Schmitt*, dem einzigen Wissenschaftler und Geologen, der den Mond besucht hatte, aufgenommen, während er sich wahrscheinlich darauf vorbereitete, Proben zu sammeln. Man achte auf die komplett schwarzen Schatten!

Bild: Eugene A. Cernan/JSC

Abbildung 2: Wenn wir glauben, Lichtstrahlen zu sehen, dann ist es bloss das Licht, welches an Wassermolekülen und anderen Schwebeteilchen in der Atmosphäre reflektiert und gestreut wird.

Bild: Thomas Baer



tun, die richtig zu verstehen, uns bald an die Grenze unserer Vorstellungskraft bringt. Wir können zwar gewisse optische Effekte wie die Spiegelung von Lichtstrahlen schematisch aufzeichnen oder Licht mittels eines Prismas in die die einzelnen Regenbogenfarben zerlegen, doch schon bei der Definition, was Licht denn genau ist, ob Teilchen oder Welle – oder gar beides – beginnt es in so manchem Kopf zu arbeiten.

Beginnen wir also mit einer ganz einfachen Feststellung: Wenn wir eine Lampe anknipsen, wird es schlagartig hell. Das Licht «scheint» aus der Lampe zu kommen und erhellt die Umgebung. Doch wohin «verzieht es sich» in dem Moment, wo wir den Lichtschalter wieder betätigen? Was hat den Raum denn erhellt und wie erklärt sich das Dunkelwerden?

DAS UNSICHTBARE SICHTBARE

Wer sich Licht oder bildlich gesprochen einen Lichtstrahl wie ein Wasserstrahl aus dem Gartenschlauch vorstellt, der noch eine Weile durch die Luft schiesst, wenn man den Hahn abrupt zudreht, unterliegt dem Irrtum, das Licht stecke in der Lampe, so wie das Wasser im Schlauch. Dem ist jedoch nicht so; die Lampe ist ein Energieerzeuger, der Licht in Form von Photonen aussendet, wenn wir genügend Energie, in unserem Beispiel elektrischen Strom, zuführen. Mit Lichtgeschwindigkeit breitet

sich Licht von der Lichtquelle im Raum aus, und zwar radial in alle Richtungen gleichzeitig. Dies ist im Universum so, wenn ein Stern sein Licht aussendet, dies ist in einem Zimmer der Fall, wenn wir den Lichtschalter betätigen und auf einmal die Möbel, die Wände, der Boden und die Decke erhellt werden. Für unsere Überlegungen spielt es keine Rolle, ob wir uns das Licht als Teilchen oder als eine Welle vorstellen.

Doch da ist noch etwas anderes, das Licht für uns erst sichtbar macht, ein Trägermedium, die Luft. Zwar können wir auch sie nicht sehen, weil die Gase farblos und durchsichtig sind; dennoch sind sie da. Sie besteht wie alles aus Atomen und Molekülen, und genau hier liegt der Schlüssel unserer Antwort. Beginnen wir beim Stern, der Licht ins Universum entsendet. Dieses Licht können wir nicht sehen, ein Grund, weshalb uns das Weltall schwarz erscheint, obwohl es von Licht erfüllt ist! Im Vakuum, das dort herrscht, fehlen jedoch die Atome, auf die das Licht auftreffen könnte. Dies ist auch der Grund dafür, warum man im Schatten eines Felsens auf dem atmosphärenlosen Mond nichts sehen würde; denn der Schatten ist komplett schwarz!

LICHT GEHT NICHT VERLOREN

Kehren wir ins Zimmer zurück. Das Licht trifft in der Luft auf Stickstoff- und Sauerstoffatome, auf Schwebeteilchen und schliesslich auf die Atome, aus denen un-

sere Möbel und Gegenstände bestehen. Hier geschehen nun verschiedene Dinge. Zum einen wird ein Teil des Lichts nach den bekannten physikalischen Gesetzen reflektiert, zum anderen absorbiert, gewissermassen «verschluckt». Bei der Absorption wird die Energie des Lichts von den Elektronen der Atome aufgenommen. Diese werden kurzzeitig in einen höheren energetischen Zustand versetzt – nicht mit der Ionisation zu verwechseln. Ein Elektron springt jedoch rasch wieder auf seine ursprüngliche Bahn, also in seinen Normalzustand, zurück. Dabei wird die Energie in verschiedenen Formen, u. a. Wärme, wieder abgegeben.

Das Licht «aus der Lampe» geht also nicht verloren, sondern wird einfach umgewandelt; es erwärmt die Gegenstände (Infrarot). Noch immer ist es «Licht», oder nennen wir es besser Strahlung, einfach ausserhalb des für uns sichtbaren Spektrums. Hier liegt also die Antwort unserer eingangs gestellten Frage: Sobald wir den Lichtschalter ausschalten, verschwindet der für das menschliche Auge wahrnehmbare spektrale Anteil mit Lichtgeschwindigkeit, nicht aber, wenn wir eine Wärmebildkamera installiert hätten.

WENN ES DEREINST FÜR IMMER DUNKEL WIRD

Übertragen wir zum Schluss unsere Überlegungen auf das Weltall. Licht breitet

sich hier von einem Stern beliebig aus. Mit zunehmender Distanz aber schwindet die Lichtintensität im Quadrat zur Entfernung. Hierfür dient das Teilchenmodell zum besseren Verständnis. Schickt ein Stern, vereinfacht gesprochen, eine gewisse Anzahl Photonen auf die Reise, so verteilt sich deren Zahl mit zunehmender Entfernung auf eine immer grösser werdende Kugelschalenfläche. Flögen wir nahe an einem Stern vorbei, so erschiene er uns gleissend hell. Aus grösserer Distanz aber, würde er uns immer weniger blenden, und wenn wir in einer klaren Nacht ans Firmament schauen, so können wir das Sternenlicht bestenfalls an einem absolut dunklen Ort bei Neumond wahrnehmen, indem es fahle Schatten erzeugt, so erlebt in Sambia.

Doch auch im Universum trifft Licht immer wieder auf feste Materie: So können Gase oder Staubmassen erhellt werden (Molekülwolken), aber natürlich auch alle anderen nicht selbstleuchtenden Himmelskörper wie die Planeten und deren Monde.

Ein Teleskop, das wir auf eine weit entfernte Galaxie richten, ist im Vergleich zu unserem Auge ein «Lichtverstärker». Es «sammelt» gewissermassen Photonen, die

Jahrmilliarden unterwegs waren und schliesslich auf die Detektoren unserer Fotokameras treffen und von den dortigen Atomen absorbiert werden. Als wir Fotos noch auf Emulsionsfilme belichteten, wurden immer mehr Details sichtbar, je länger man die Blende offen liess. Im Zeitalter der digitalen Fotografie hat sich in dieser Hinsicht vieles revolutioniert.

Was aber nicht funktioniert – die Schildbürger versuchten es einst vergeblich – ist das Licht-Sammeln. Zwar können wir über Fotovoltaik-Anlagen Licht in Energie umwandeln und diese abermals dazu nutzen «neues künstliches Licht» zu erzeugen. Irgendwann aber, in ganz ferner Zukunft, wird es passieren, dass sämtliches Licht von der Materie absorbiert ist – und dann wird es wirklich dunkel – für immer! ◀

Sie wählen aus – wir berichten



In der Rubrik «Nachgedacht – nachgefragt» greifen wir astronomische Fragen von Leserinnen und Lesern auf. In jeder ORION-Ausgabe schlagen wir neu drei Themen vor, über die auf der ORION-Website via QR-Code (oben) abgestimmt werden kann. Die Frage mit den meisten Stimmen wird im nächsten Heft behandelt. Zur Auswahl für ORION 1/22 stehen folgende Themen:

- War *Galileo Galilei* ein «Querdenker» seiner Zeit? – Eine Retrospektive aus heutiger Sicht.
- Wann hätten unsere Vorfahren realisieren müssen, dass *Claudius Ptolemäus'* geozentrisches Weltbild nicht funktionieren konnte?
- Was wussten die Menschen im Mittelalter über Sonne, Mond und Sterne?

Abbildung 3: Die Schildbürger hatten ihre eigenen Prinzipien, wenn es darum ging, einen begangenen Fehler zu korrigieren. Als sie in Schilda ihr Rathaus bauten, vergassen sie die Fenster. Kurzerhand beschlossen sie, das Problem zu lösen, indem sie versuchten, Sonnenstrahlen einzufangen und ins dunkle Innere des Gebäudes zu bringen.

Bild: Holzschnitt, Wikipedia



Wann sind die Planeten im Elmer Martinsloch sichtbar?

Seltene astronomische Momente festzuhalten, reizen so manchen Amateurastronomen. Erwin Peter hat ein solches Ereignis fotografiert, nämlich als Venus durch das Elmer Martinsloch schaute. Sofort stellt sich da die Frage, wie häufig die Planeten durch das Felsenfenster aufgehen.

Beitrag: **Thomas Baer**



Abbildung 1: Für einmal guckt nicht die Sonne, sondern die Venus durch das Elmer Martinsloch.

Bild: Erwin Peter

Um die Frage nach den Planetenaufgängen im Elmer Martinsloch zu beantworten, gilt es zuerst den Standort zu klären, von wo aus das Ereignis zu sehen sein soll. Legen wir zur Vereinfachung den Standort der Elmer Kirche fest, denn Planetendurchgänge durchs Martinsloch sind in einem weit grösseren Gebiet auch auf dem Ämpächli möglich. Entscheidend für uns sind das Azimut und die Höhe des Lochs vom Standort der Kirche aus. Dieser beträgt $118^{\circ} 36'$, die Höhe $20^{\circ} 43'$.

Der Deklinationskreis, welcher mittig durch das Martinsloch verläuft, hat den Wert $\delta -2^{\circ} 52'$. Beidseitig können wir je noch $10'$ dazugeben, weil das Martinsloch eine gewisse Ausdehnung hat (siehe Abbildung 2).

Nun kann die Suche mit einem astronomischen Planetariumsprogramm beginnen: Wenn ein heller Planet die Deklinationsspanne zwischen $\delta -2^{\circ} 42'$ und $-3^{\circ} 02'$ aufweist, geht dieser für die Kirche Elm durchs Martinsloch auf. Jupiter erfüllt diese Bedingung schon recht bald, nämlich zwischen dem 16. und 19. April 2022. In diesem Zeitraum müssen wir nun prüfen, um welche Zeit der Planet das Azimut $118^{\circ} 36'$ und die Höhe $20^{\circ} 43'$ erreicht und finden die Durchgänge um 07:46 Uhr MESZ am 16. und 07:38 Uhr MESZ am 19. April, leider, wenn der Himmel schon hell ist. Etwas mehr Glück haben wir mit Venus; sie erfüllt die Bedingungen am 28. (um 07:00 Uhr MESZ) und 29. April 2022 (um 07:01 Uhr MESZ).

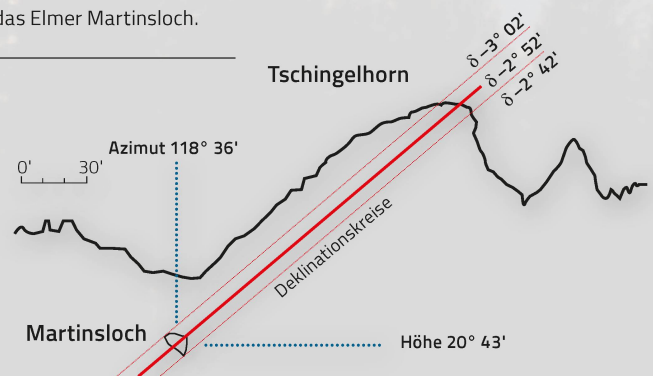


Abbildung 2: Der entscheidende Deklinationbereich für die Elmer Kirche zwischen $-2^{\circ} 42'$ und $-3^{\circ} 02'$. Hat ein Planet diesen Wert, geht er durchs Martinsloch, gelegentlich auch bei Tag.

Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

Dieses Ereignis lässt sich mindestens mit einem Fernglas gut verfolgen. Im Oktober 2022 würde Venus nochmals den entscheidenden Deklinationbereich passieren, steht dann jedoch viel zu nahe an der Sonne!

Mars geht am 9. und 10. Juni 2022 um 05:33 Uhr MESZ im Martinsloch auf, dies während der Morgendämmerung und daher sichtbar. Der Rote Planet ist dann $+0.6^{\text{mag}}$ hell. Die nächsten Saturn-Durchgänge erfolgen zwischen dem 22. April und dem 1. Mai 2025, leider abermals am hellen Taghimmel und sind daher kaum zu beobachten. <